

العلم

مجلة علمية شهرية

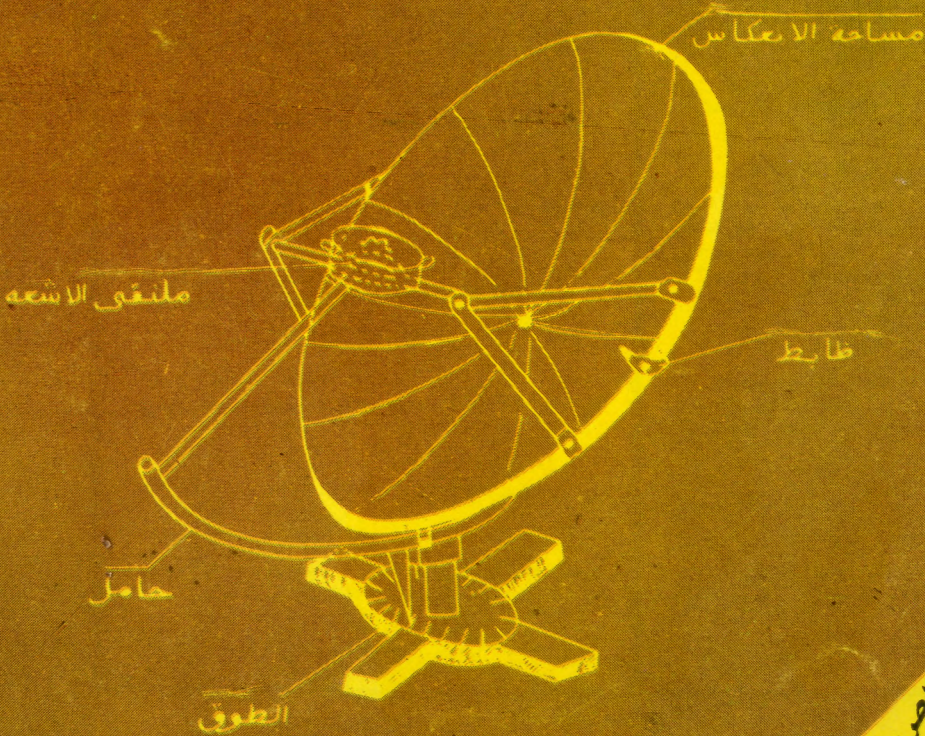
وَيَسْأَلُونَكَ عَنِ الرُّوحِ قُلِ الرُّوحُ مِنْ أَمْرِ رَبِّي وَمَا أُوتِيتُمْ مِنَ الْعِلْمِ إِلَّا قَلِيلًا

29 1974 - 1994

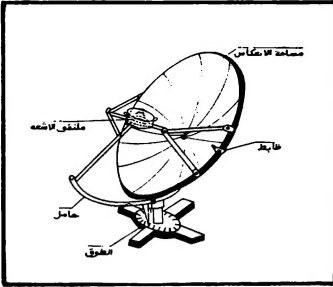
لـ 100

تونس 150

كانون شمسي



عدد خاص عن
الطاقة الشمسية



محتويات العدد

الطاقة الشمسية

- 3 الفعالت الشمسية : بويكر بنسود (الولايات المتحدة)
- 12 المولات الكهربائية : الهنري التامر السوي (الولايات المتحدة)
- 24 تخزين الماء بالطاقة الشمسية : عبد يوسف (الولايات المتحدة)
- 31 تخزين الماء بالطاقة الشمسية : لوند (الولايات المتحدة)
- 41 استعمال الطاقة الشمسية : الدكتور بشير التركي (الولايات المتحدة) ، الأستاذ مهدي (الولايات المتحدة)
- 52 الصناعات الشمسية : الدكتور بشير التركي (الولايات المتحدة) ، الأستاذ مهدي (الولايات المتحدة)
- 63 جهاز شمسي بسيط لاستخراج الماء الفاتر لوند (الولايات المتحدة)
- 66 سخان شمسي بواسطة الكسار الأتومي : ترجمة: عمر الهادي (الولايات المتحدة)

المدير المسؤول :

الأستاذ الدكتور البشير التركي

هيئة التحرير :

الدكتور مصطفى رشيد التركي
الأستاذ هادي حسين
الهنري التامر السوي
الأستاذ أحمد الشرفي

الاشتراكات 12 عدد

طريقة الاشتراكات :

حوالة بريدية الى الحساب الجاري
البريدى 23 - 253 تونس او على
طريق اى مصرف الى نفس
الحساب البريدى ..

الانذارة

تونس : 12 نجح « تونان »
بالتفصيل - تونس .
هاتف 283 - 574

ع . ج . ل . :

صندوق بريد 8904 طرابلس

التوزيع والاشتراك السنوي

12 عدداً

الاشتراك السنوي	لبنان	لبنان
1500 مليم	150	تونس
100 قرش	10	ج.ع.ل
15 دينار	1.50	الجزائر
15 درهم	1.50	المغرب
100 قرش	10	السودان
100 قرش	10	مصر
10 ليرات	100	سوريا
7.5 ليرات	75	لبنان
1 دينار	100	العراق
750 فلس	75	الأردن
15 ريال	1.50	السعودية
15 ريال	1.50	الخليج العربي
30 شلن	3	اليمن

تونس

١٥٠٠ دينار ونصف ١٢٤ نج

توزيع تونس

الحساب البريدي : ٢٢ - ٢٥٢ تونس

ليبيا

١ دينار - المؤسسة العامة للصحافة

٤ شارع طاب - طرابلس

الجزائر

١٥ دينار - الشركة الوطنية للطباعة

والنشر - ٢ شارع زيروت يوسف -

الجزائر ..

الحساب البريدي : ٥٨ - ١٧٧٩

السودان

١٦٠ ج - مؤسسة عروس الرمال

الصحفية م.ب. ٦٧

الابيض - الهاتف : ٣٦٤٤

المغرب

٩٥ درهم - الشركة الشريفة للتوزيع

والصحف ..

١ ساعة باتندونغ الدار البيضاء

الحساب البريدي ٧٥ - ١٩٩ الرباط

الكويت

بداية معلوم البريد الجوي :

رسل مع كل نظير في عنوان المشترك

طابع بردي بحداد ١٠٠ مليم



أ (المقدمة :

1 كيلوات الى بعض المئات من الكيلوات
ففي السنين القارطة أخذت بعض
البحوث تتجه الى استغلال هذه الطاقة
الهائلة وانكبت على دراسة الوسائل
التقنية والفنية لحصرها والسيطرة على
حسن استعمالها عند الاقتضاء .

ونلاحظ أن - مثل هذه البحوث
تكون مجدية وناجعة في البلدان التي تمتاز
بسماء صافية لانعاشها سحب ولا ضباب
وبطقس جاف مثل المناطق الصحراوية
والواحات ثم ان مثل هاته المعطيات
الماخية متوفرة في معظم التراب الليبي
وفي الجنوب التونسي أيضا حيث تبلغ
قوة الاشعاع الشمسي 4500 كلورى

ان ازدياد الحاجيات للطاقة
والاضمحلال التدريجي للمناابع
الاصلاحية قد أعطت تجميدا في منافع
استعمال الطاقة الشمسية . وقد تطورت
هاته الأخيرة بفضل التقدم في استعمال
المحركات ذات الحرارة الضعيفة وتمثل
أهم مميزات الطاقة الشمسية في كونها .:

- موردا دائما لا يفنى - حرته
التصرف في كل مكان ما عدا الالتزامات
الجغرافية - التلوث الأدنى - الحياة لمدة
طويلة - التكاليف الضعيفة . وكل هاته
الميزات المتماشية مع المحركات ذات
الحرارة الضعيفة تجعل تلك الأنظمة
منسجمة مع الانشاءات المستقلة للتجمعات
المتواضعة في سلم قوة يتراوح من

(Coefficient d'absorption élevé)

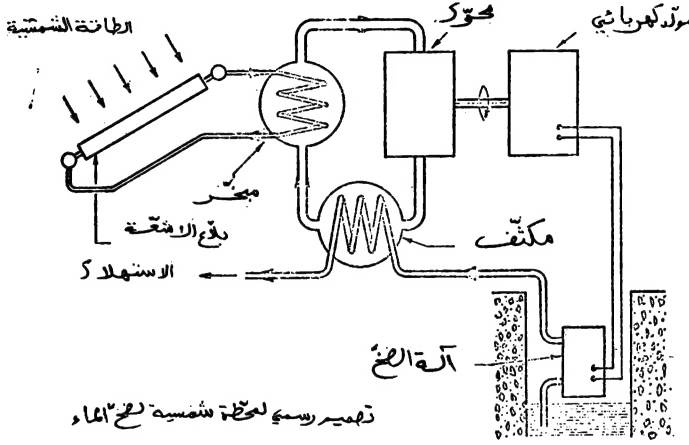
ويحوّل الطاقة الشمسية الى حرارة . ثمّ انّ الحلقة الأولى للماء الحاملة للحرارة تأخذ وتحوّل التدفق الحرارى نحو المبخّر .

وفي هذا المستوى تستعمل الحرارة

٪ سم² / يوم ويبلغ وقت التشميس الى 3500 ساعة في السنة تقريبا حيث يكون عدد الأيام المشمسة 350 يوم في السنة .

ب (المضخ الشمسى) : أنظر

الصورة (1) يتركب المضخ من :



المنقولة بواسطة الماء الى تبخير البوتان (butane) الموجود في حلقة ثانية متماسكة مع المحرك وهو محرك بالمكبس (pistons Moteur à Déteinte) للبوتان الطاقة الميكانيكية المستجمعة على محور المحرك . ثمّ تصل الدورة الى المكثف الذى هو عبارة عن منبع بارد للدورة الحرارية والديناميكية حيث يسند البوتان الكالوريات الغير متحوّلة ويصبح مائعا من جديد .

ج (الانجازات في ميدان

الضخ الشمسى :

- سطح يلتقط لاشعة

- مبخّر

- محرك

- مكثف (آلة تستعمل لتجميع

البخار) .

(2) كيفية الاستعمال :

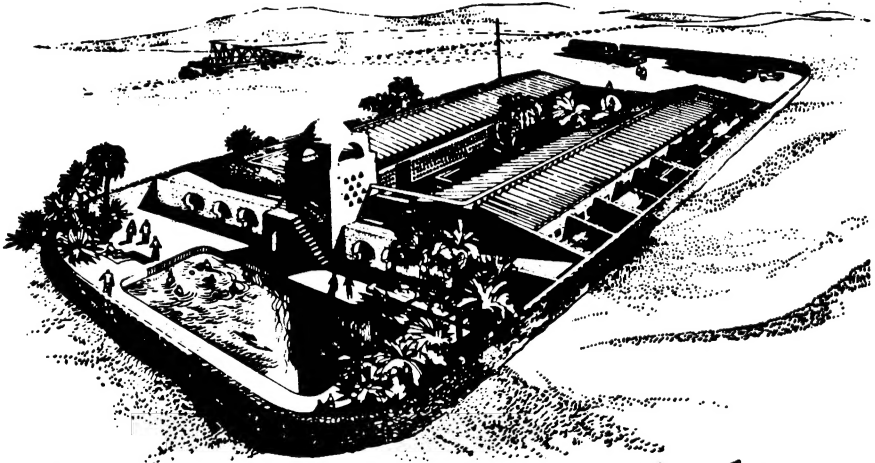
تعمل المضخات الشمسية بفضل دورة ديناميكية حرارية حيث تلتقط الحرارة الشمسية على سطح مطلي بالذهن الاسود متكوّن من مساحة ذات صارب ابتلاع مرتفع

— منسوب الماء : 8 الى 10 م 3
في البعانة

— الارتفاع المضغى 20 م
— وقت العمل : 5 الى 6 ساعات
— تاريخ ابتداء العمل : أوائل 1973
هذا المضخ (أنظر الصورة) ينقل
الماء الى 2000 ساكن تقريبا ويهدي
المحلات للاستعمال المدرسي . وهو أول
جهاز مشترك لنتيجة التعاون بين المهندسين
المعماريين وفنسي الطاقة الشمسية — وهو

انجزت الشركة الفرنسية للأبحاث
الحرارية والطاقة الشمسية (Sofrethens)
خمس آلات لضخ الماء بالطاقة الشمسية :

2 في دكا (السنغال) 1 في نيامي
(النيجر) 1 في أواد وقو (فولتا العليا)
1 في شنتي (موريطانيا) ثم هناك 7
محطات متوقعة في المخطط للمستقبل .
وبالرغم من كون تلك المحطات أمثلة
نموزجية فهي لا تمثل بالتالي أجهزة
بسيطة للمخابر . وهي الى حد الآن
مستعملة للأهداف الزراعية والاجتماعية

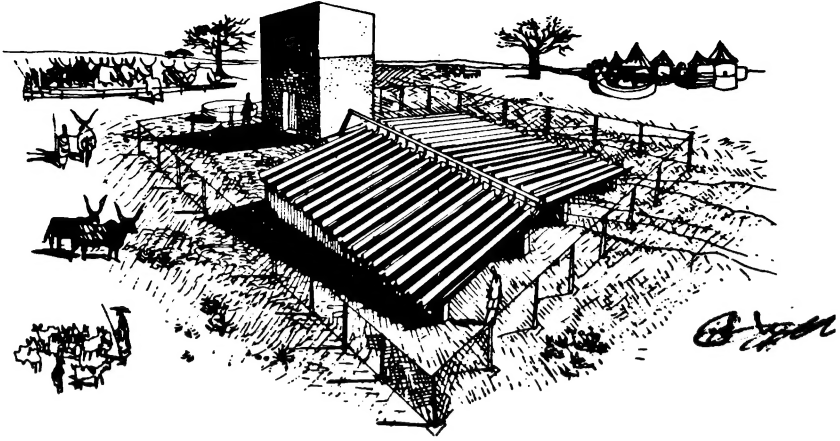


مركز سياحي يزود بماء الشراب بواسطة الطاقة الشمسية .

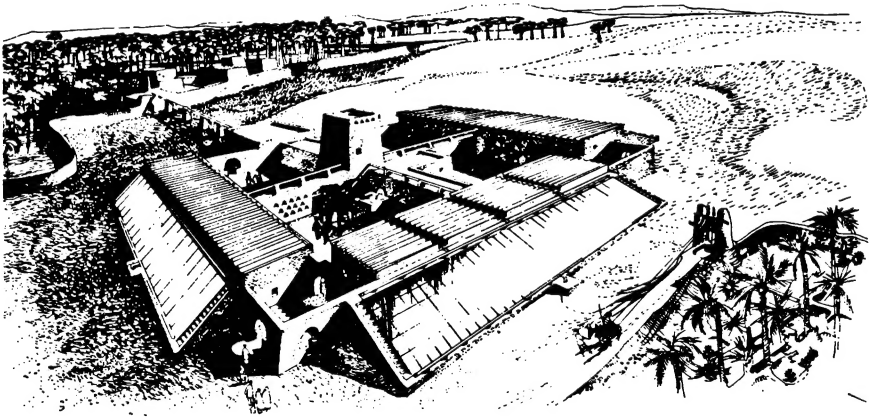
كذلك أول تطبيق للأسطح من عناصر
الغماء (Canalétes solaires) أنظر الصورة
والغماء هو عنصر من مجموع ما
يسقف به البيت مكون من قضيب

ولالأغنام وفي تناول السكان . وفي ما يلي
وصف لمحطة شنتي في موريطانيا
الموصفات الفنية .

— مساحة السطح : 88 م 2



• مركز لسقى الحيوانات بالطاقة الشمسية .



• مشروع مصنع للرى بالطاقة الشمسية .

البناءات الاقتصادية المنجزة حاليا في
افريقيا .

ثم ان تكيف تلك العناصر مع مهمة

مجنّب بالايترنيت (éternit) ومختلف تلك
العناصر تخلّل بعضها البعض وهي حاملة
لذاتها . وقد استعملت منذ سنوات في

فانه من المتأكد أن تلك المحركات
الشمسية ستسمح في مستقبل قريب
بخلق الكهرباء والبرد .

السطح الشمسي تحتّم تهيئة القاع التي
تعطى سطوحاً اقتصادية زهيدة الثمن .

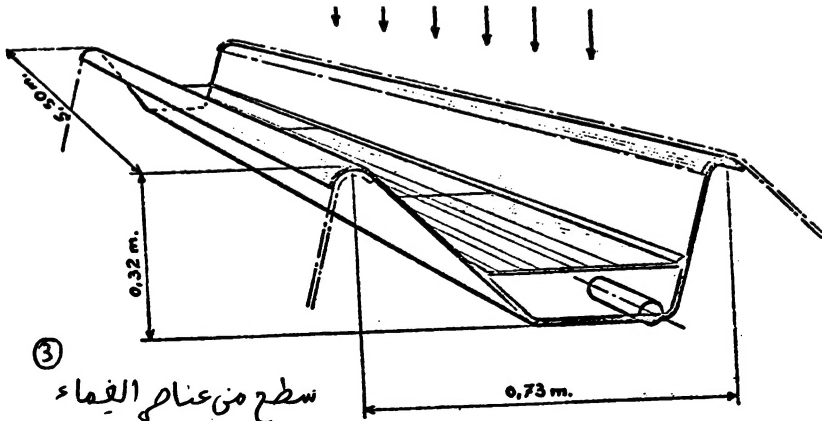
(د) المعطيات الفنية :

— فيما يخص استنتاج البرد فان
العملية تقتصر على تخفيف الضغط على
من السوائل ذات الكبس الضعيف
ومجموعة ضاغط بالمحرك .

تقتصر الامكانيات الى حدّ الآن
على طاقات ضعيفة لأنّ الآبار الافريقية
للمناطق الصحراوية قد أصبحت بصفة
عامة مناسبة بـ 8 الى 10 م 3 في الساعة
ولكن هاته الفنيات ليست محصورة حسب
قوتها بل يمكن التأمل في أجهزة أخرى
ذات أهمية بالغة . ولكي نحدد ميادين
أخرى دون الضخ العميق أين تكون
المعدات الشمسية قادرة على المنافسة يجب
اجراء حساب اقتصادى بالمقارنة حيث
يجدر التفكير في السقي بعلو ضعيف
للارتفاع وهذا يمثل واحدة من أهم
التطبيقات الضرورية . ونظر الكون
" موث الحالية قد اقتصرت حتى الآن
عمليات الضخ وذلك لأسباب نقدية

— أمّا فيما يخص استنتاج الكهرباء
يمكن التوقع بكل سهولة لمعدّات أكثر
أهمية يكون لديها مكثفات هوائية
للتبريد بالسيلان الشيء الذى يعزل الأمر
المطلق لضخ الماء ويسمح للمحرك
بتدريب مولّد والمجموع . محرك مولّد
يكون محكم السدّ .

ومن الممكن أيضا عندما نكون
بحوار كتلة هامة من الماء (واد - حوض
— خزان) أن نستعمل هذا الماء بمكثفات
عادية ولكن في الوقت الحاضر كل هاته



الفنيات تصطدم بمشكل تخزين الكهرباء

ميادين الاستعمال الحالية والهندسة الشمسية

— الهيدروليّات القروية :

ان الحاجيات الضرورية للمناطق النائية كالقرى والأرياف والواحات تتمثل في جلب الماء وتملك عادة آبارا ولكن الضخّ اليدويّ يحتلّ أغلبية وقت السكان على حساب أشغال أخرى . وهو عمل صعب كثيرا ما ينجزه الأطفال على حساب دراساتهم . لهذا فإنّ آليات الآبار تصبح بالغة الأهمية وبالتالي فإن أجهزة الضخ الشمسي هي التي تحلّ المشكل بحسن ميزاتها الاستعمالية وخاصة بغيات المصاريف المنشيّة وقد تساهم هذه الفنيات في رقيّ تلك القرى وتجلب الى مصالحها الضرورية الرفاهية والأمن .

وزيادة عن البناءات المدرسية فإن المستوصفات والأسواق والتعاضديات والمحطّات الفلاحية قد تُتمثّل بramer امتيازية للمجموعات المستقيمة . وكذلك المساكن الريفية تكون نوعا ما مرضية ومكيفة وهي موضع بحث للدراسات العميقة . وفيما يخصّ الانشاءات السياحية وخاصة الملاجي المحلية الصحراوية فإنها تُتمثّل بramer مختلفة بعض الشيء ولكنها في بالغ الأهمية .

— هيدروليّات الماشية :

فهي التطبيق الجوهرى لأن الرّحل يضيعون جزءا من وزنهم بنقص الماء في فصول الجفاف . فمن المعقول أن نجعل في طريقهم آبار اذات اشتغال مستقل وذلك لتزويد الموارد . فإن المضخات الشمسية تحل هذا المشكل .

ويحتمل على صعيد الاقتصاد أن البقر المتروك عاديا بالماء يزداد وزنه 50 كغ عند ذبحه . ثم ان مضخّات مثل « أونارصول » (onersol) في نيامي (النيجر) يقدر أن يسقي أكثر من 1000 رأس بقر على التوالى .

فهاته التطبيقات هي حاليا مريحة أكثر من غيرها ويمكن أن ترتبط بمشكل الهيدروليّات القروية .

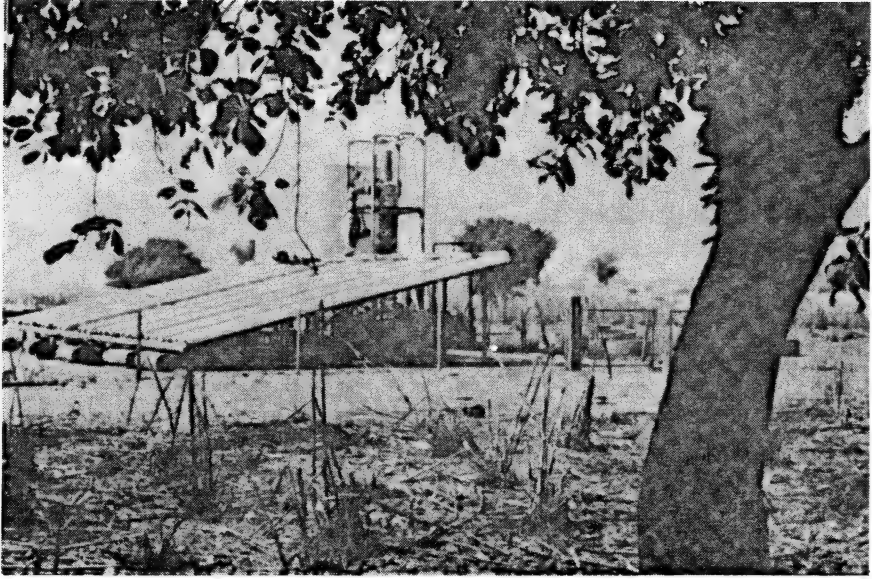
(ل) مخطط المضخات في المستقبل

1 (مشروع خمس مضخات

(مثل مضخّ السيقال)

المواصفات الفنية

- المساحة الفعلية : 85 م² .
- المنسوب : 8 الى 10م في الساعة .
- العلو المضغطى : 20 م .
- وقت العمل : 5 الى 6 ساعات
- وهاته المشاريع هي في نطاق الدراسة مع جمهورية السنغال وتصلح



في سطح شمسي من نوع (Canaléta) الذي يجلب أولاً الماء ليس للمستشفى فحسب بل للحى المجاور أيضاً. وثانياً (مع الحفاظ بالالتزامات النقدية) لمواصلة الدراسة لضمان تزويد المستشفى بالكهرباء وتبريد مدخرات الأدوية . ويكون هذا مجمع استشفائي مثالي يمكن انشاؤه في أى موقع من افريقيا في المنطقة الاستوائية .

3) مضخ للسقى :

المواصفات الفنية

- المساحة الفعلية : 350 م²
- المنسوب : 21.5 م = 3 ساعة

المضخات لتزويد التجمعات و 250 فرد واسقاء 5 الى 600 رأس من القطيع بالماء .

2) مستشفى بنيامى :

المواصفات الفنية

- المساحة الفعلية : 60 م²
- المنسوب : 5 م = 3 ساعة
- العلو المضغطى : 40 م
- وقت العمل : 5 ساعات
- المقر : مستشفى لازارات
- وهذا المركز المنزل موجود ولديه قنوات مياه ضعيفة . والمشروع يتمثل

— العلوم المضغطى : 30 م

— وقت العمل : 5 الى 6 ساعات

عندما يكون علو الارتفاع ضعيفا نسبياً يمكن احتمال منشآت أكثر أهمية لضمان سقي المناطق النائية .

حاليا يوجد مشروع للدراسة تحت طلب وزارة الري في الجمهورية الجزائرية وهذا الجهاز يسمح بسقي عديدا من الهكتارات في المناطق الصحراوية .

(4) المراكز السياحية :

على كامل المناطق الصحراوية مثلا فان مشكل الملاحي المرحلية يمثل تطبيقا مباشر لهذا المتوال وكذلك المراكز السياحية النائية وان مخزن الماء (الحوض مثلا) يسمح بتبريد المكثف ويمكن بسهولة انتاج الطاقة الكهربائية الضرورية (وبمشاركة الجهاز) .

لتشغيل المركز وفي الخلاصة فليس هنالك أى حاجز أمام بعث هذا النوع من الانشاءات وخلق وحدات سياحية مستقلة تماما .

(ن) المعطيات الاقتصادية :

يتعسر كثيرا اجراء من الآن تحليل اقتصادى مقارن نظرا لكون المحركات الشمسية قد بدأ في صنعها على الصعيد الصناعى ويمكن مقارنتها بمحركات

الديزل (Diesel) المصنوعة منذ سنين بالجملة . ولكن يمكن استخراج الخطوط الكبرى لمستويات الأسعار وكذلك وضع في الموقع للمحركات الشمسية بالنسبة للوسائل الكلاسيكية .

الاسعار الحالية للمحركات الشمسية

(1) نعطي في الجدول الموالي احصائيات للأسعار المتقاربة للمراكز المثالية المصنوعة جمليا في فرنسا .

القاعدة : جوان 1972

يزاد معالم النقل والتركيب على عين المكان .

جزء المحرك الشمسي فقط .

وبالمقارنة تعتبر هاته المحطة مجهزة أكثر من غيرها (محرك احتياطي الخ . .) وذلك نظرا للموقع التى توجد به .

(2) انجازات المستقبل

في المستقبل ينبغي تصنيع جميع المترامات والقطع على عين المكان بمعنى السطح المنقطع للأشعة — قنوات الربط واحتمال صنع المكثف ومبدل الايونات

الخلاصة :

ليست المضخات الشمسية النتيجة الوحيدة لفوائد التعددة والمتفرعة جدا التى تجلبها الطاقة الشمسية بل يعسر جدا

النماذج المثالية

النوع	النسوب	العلو المضغطي	قوة المحرك	المساحة الفعلية	الثمن فوب
نادج	1م3 / ساعة	20م	0,15 حصان	15 م2	55000
أواقا	2,5 / ساعة	20م	0,3 حصان	30 م2	94000
أونارسل	6 / ساعة	16م	1 حصان	60 م2	139000
سيقال	6 / ساعة	25م	1,3 حصان	88 م2	145000
ميفارما	6 إلى 8 / ساعة	25م	1,5 حصان	80 م2	170000
الجزائر	42	30م	13 حصان	700 م2	505000
الرى	1700	9م	90 حصان	3000 م2	2000000

مجانا ويكون استغلالها كلياً خاصة في
الأجواء الصافية مثل تلك التي تتميزها
سواء البلدان العربية التي كان لعلمائها
الفضل في ابتكار القواعد النظرية والتجريبية
لتلك التطبيقات فاقنتصتها البلدان الأجنبية
حيث أستغلّتها استغلالاً كلياً قد أحدث
ثورة جذرية في اقتصادها وبقينا نحن
نتأمل ونتعجب

أن نحصى تطبيقاتها على الصعيد الفلاحي
والصناعي والاقتصادي والاجتماعي
كإصلاح الماء وتسخينه وتهوئة المحلات
وتجفيف الأسماك والمواد الغذائية والتبريد
أما للحصول على الثلج أو لتصبير المواد
الغذائية وكل هاته العمليات لا تستدعي
أثماناً باهظة مثلما هو جار به العمل
بالنسبة للطاقت الأخرى إذ أن تلك
الطاقة الهائلة بكميتها الغير محدودة تصدر

المحوللات

الكهرضوئية

المهندس الناصر سويبي (تونس)

1 (المقدمة : نعرض في هذا المقال الوجيز على وجه الخصوص لإستعمال آلة تحويل الطاقة الشمسية الى طاقة كهربائية في الوقت الحاضر ، ولتطورها في المستقبل . ثم نعرض بعض النتائج الصادرة عن أبحاث علمية تعرف بالمواد شبه الموصلة التي يمكن استعمالها لصنع البطاريات الشمسية . ثمّ تقدّم لمحة تتعلق بالتكنولوجيا المتبعة في الوقت الحاضر لصنع البطاريات الشمسية وتركيبها .

وفي آخر المقال نقدم عرضاً لأهمّ الميادين التطبيقية التي تستعمل آلات تحويل الطاقة الشمسية الى كهربائية .

2 (آلة تحويل أشعة الشمس الى طاقة كهربائية :

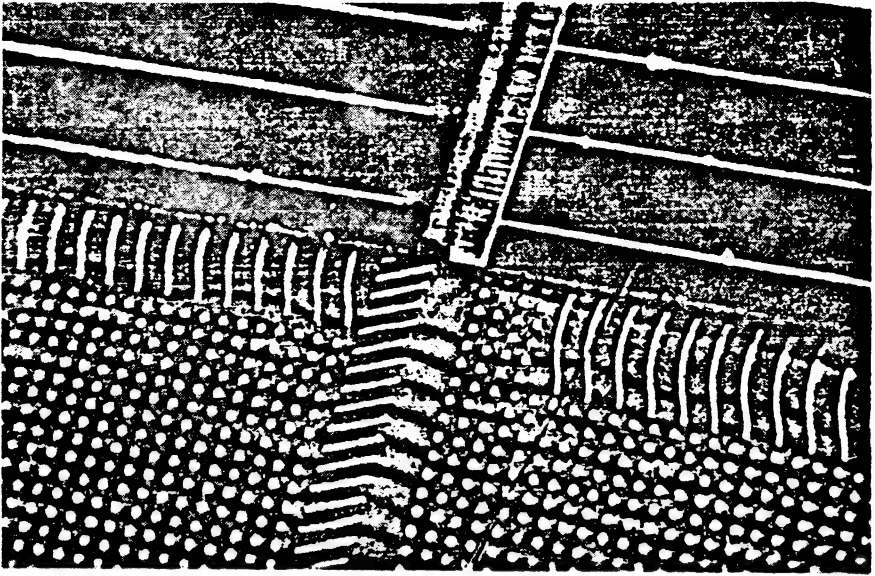
ونذكر أنّ المثل الوحيد في هذا المضمار ، الذي وجد استعمالاً تطبيقياً هو « المولد الشمسي » ويقوم مبدأ توليد الطاقة الكهربائية على النحو التالي :

تنعكس الأشعة الشمسية على سطح حسّاس للضوء فيحول جزءاً منها الى طاقة كهربائية ، وهذا الجزء المحوّل يدعى « كفاية الآلة » .

وتتناسب كمية الطاقة الكهربائية المولدة مع مساحة السطح الحساس للضوء ، أو مع السطح الناتج عن إسقاطه عمودياً بالنسبة لاتّجاه الأشعة المنعكسة .

ويتكوّن السطح الحساس للضوء من وحدات تدعى مصابيح تيارية photocelles semi-conductors components ويقع اعداد المصابيح التيارية من صفحات ضعيفة السمك تقلّ كثافتها عن نصف ملليمتر . أمّا مساحة السطح المعروض للأشعة فهي محصورة في بعض ستمترات مربعة .

وتعطى المصابيح التيارية الناتجة عن التكنولوجيا المتقدمة في الوقت الحاضر 0.5 فولت تقريباً . وهي تتكوّن



ينبغي وضع المصاييح التيارية في شكل متواز ، وذلك للحصول على تيار أعلى .

(3) المواد المثالية لصنع المصاييح التيارية :

تعتبر المادة المثالية في هذا المضمار ، هي التي خاصياتها الضوئية والكهربائية تتماشى مع طيف الاشعاع المنعكس . ومن المعلوم أن طيف اشعاع الشمس لا يقتصر على الجزء المرئي ، بل يمتد الى الجزء فوق البنفسجي (0,4 ميكرومتر ويصل الى الجزء الذي هو تحت الأحمر . وتظهر التجارب أن المواد الشبه الموصلة التي رقعته بالمنوعة Bande interdite محدودة (بضعة $\frac{1}{10}$

من مادة السليسيوم و $Cds-Cu_2S$ مزيج بين كبريت النحاس وكبريت الكاديوم . ثم انه من الملاحظ أن فرق القوة الدافقة لا يرتبط بقوة الأشعة الضوئية المنعكسة ولا بمساحة صفيحة المصباح التيارى . وللحصول على فرق أعلى للقوة الدافقة ، ينبغي وضع عدة مصاييح تيارية في لف متوال .

وتساوى قيمة القوة الكهربائية الناتجة عن المصباح التيارى = فرق القوة الدافقة \times التيار (وهو تيار مطرد) . ويتناسب هذا التيار مع مساحة سطح المصباح التيارى . وبما أنه من الصعب ، لأسباب تقنية ، تجاوز مساحة تزيد عن بضعة عشرات من السنتيمترات المربعة ،

الكثرون - فولت) تطلع كل الاشعاع الذى يندرج طيفه من فوق البنفسجى والجزء المرئى ، الى أن يصل الى موجة ما تحت الأحمر ، تكون طاقتها الكتنيكية طاقة الرقعة المنوعة .

ونلاحظ أن التيار المتحصل عليه يتناسب وقيمة ابتلاع المادة للنور ، فيكون هذا التيار أكبر بالنسبة للمواد الشبة الموصلة التى رقعتها المنوعة أصغر . ومن جهة أخرى ، فإن قيمة فوق القوة الدافقة تتناسب وقيمة الرقعة المنوعة . وخلاصة القول إن هدف الحصول على تيار قيمته عالية يتضارب وهدف الحصول على فرق قوة دافقة تكون قيمته عالية أيضا . ويبرز البحث أن الحل السوى يكون في استعمال المواد الشبه الموصلة التى تحدد رقعتها المنوعة بين 2 ، 1 و 4 ، 1 الكثرون فولت ، وتدخل المصابيح التيارية المصنوعة من مادة السليوم في نطاق هذه الخاصية . والمعلوم أن أكثر من 10 ملايين من هذا الصنف من المصابيح قد استعملت في مركبات فضائية .

4 (المواد الشبة الموصلة المؤهلة لهذا الاستعمال :

السليوم مع كفاية 13% الى 14% . مع نفس كفاية مصابيح السليوم نظريا

تحويل الطاقة الشمسية الى طاقة كهربائية :

أنّ احتمال وشك استنفاد كميات الاحتياطية للوقود الأحفوري ، وخاصة منها كميات النفط الخام والغاز الطبيعي ثمّ أنّ تفاقم تلوث الأجواء المحيطة بالانسان ، يدعو الى التفكير في طرق جديدة لاستنباط منابع أخرى للطاقة .

ومن المعلوم أنّ وحدات توليد القدرة النووية تنتج قسما من الحرارة المهدورة . ومن المعلوم أيضا أنّ كميات الأورانيوم محدودة ويمكن أن نتخذ طريقة التفاعل النووي في هذا الميدان كحلّ لهذه الأزمة في المستقبل ، ومن جهة أخرى يجب أن لا ننسى أنّ الشمس تصدر الى الأرض كميات ضخمة من الطاقة . وهنا لك طريقتان لتحويل الطاقة الشمسية الى قوة يستفاد منها ، الأولى حرارية ، والثانية تتجسّم في تحويل الطاقة الشمسية مباشرة الى طاقة كهربائية.

ويرتكز مبدأ التحويل الى طاقة حرارية على سائل يدعى « سائل التشغيل » من شأنه أن يحرك مولّدا تربيّنا عاديّا وتصدر فاعلية هذا السائل بواسطة استعمال المرايا والعدسات .

يبد أنّه في الامكان تحويل الطاقة الشمسية مباشرة الى طاقة كهربائية

5 () الميادين التطبيقية :

استعملت البطاريات الكهرضوئية المرتكزة على مادة السليسيوم في ميدان الفضاء بالنسبة للأقمار الصناعية منذ بدئها ومما لا شكّ فيه أنّ المركبات الفضائية مزوّدة اطلاقا بمولّدات شمسية للكهرباء . ولقد جهزت الى تاريخ 1970 ستمائة قمر صناعي أمريكي وأربعمائة قمر سوفياتي وعشرون قمرا أوروبيا بمولّدات شمسية للكهرباء . ومعروف أنّ أكبر مولّد استعمل في هذا الميدان هو مولّد مركبة «سكيلاب Skylab» (24 كيلوات) يد أنّ استعمال محوّلات الاشعاع الى طاقة كهربائية لأغراض مهم الحياة على سطح الأرض ، فهو مازال في مرحلة انطلاق ويتوقع أن يقطع شوطا هاما في المستقبل ، والدافع لهذا الاتجاه ، هو التخوف من أزمة في ميدان الطاقة على نطاق عالمي وستكون أسواق رواج تلك الأجهزة متعدّدة . ومنها البلدان السائرة في طريق النمو التي تتمتع بطقس شمس والتي تحوى جهات شاسعة غير مزوّدة بالكهرباء .

أجهزة المواصلات اللاسلكية وغيرها .
وقد أصبح جلياً ، ضمن المجهودات
المبذولة في سبيل النمو والتطور التقني
والاقتصادي ، أن الطاقة الشمسية
ستساهم بقسط لا يستهان به ، لسد
الاحتياجات المتعلقة بالطاقة .

بوسائل تركز على استعمال المواد الشبه
الموصلة التي تقع تشكيلها تقنيا في وحدات
تسمى الخلايا الشمسية . وقد أثبتت هذه
الطريقة نجاحها في استعمالها للأقمار
الصناعية منذ بدئها أي منذ أكثر من
عشر سنوات . والى حد الآن فإن إنتاج



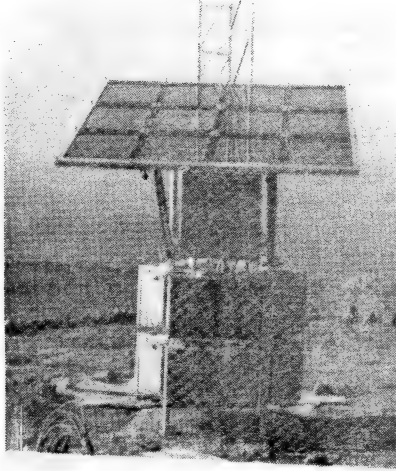
• منار شمسي يستعمل في الموانئ الجوية •

منابع الطاقة التقليدية :

إن تسخير الطاقة الاصطناعية التي
هي غير مستمدة من الجهد البشري
أو الحيواني ، ركن أساسي لتمكين الأمم
من الرقي الاجتماعي والسياسي وذلك
خاصة بالنسبة للأمم السائرة في طريق
النمو . ولذلك فإنه من المهم جداً أن
يبحث الانسان في طرق استغلال موارد
الطبيعة . ومن ثم فإننا نلاحظ أن
استهلاك الطاقة ينم عن تصاعد مستمر

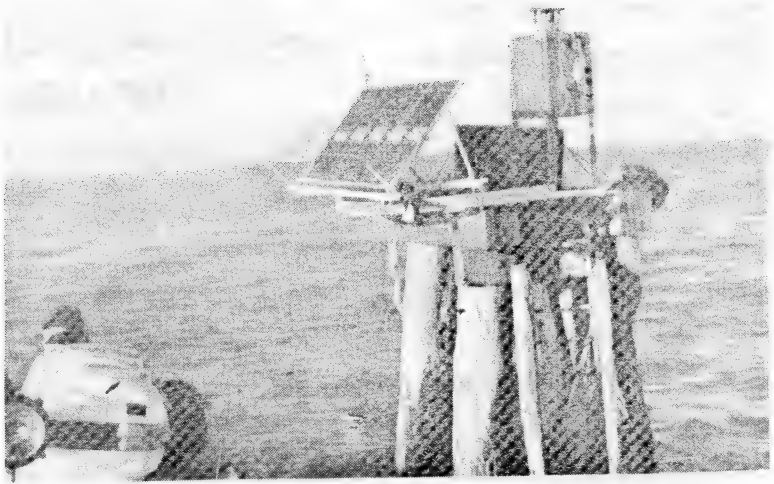
الطاقة الكهربائية بهذه الكيفية بتكلفت
باهضاً . بيد أن هذا الأسلوب لتوليد
الطاقة هو الوحيد ، في الوقت الحاضر ،
الذي لا يحدث تلوث الهواء ، ولا يتطلب
على سبيل المقارنة بالوسائل الأخرى ،
أية صيانة ويكون اتخاذ هذه الطريقة
موفقاً خصوصاً بالنسبة لتزويد المحطات
النائية كمحطات ضخ الماء ، وأيضاً
لتكييف المحلات ، وإعادة شحن
البطريات ، وإنارة المساكن وتزويد

$\times 10^3$ طنّ بالنسبة للنّفط و 1,25 مليون $\times 10^6$ متر مكعب من الغاز ويستنتج من ذلك أنّ احتياطات الوقود ستدوم حوالى ثلاثين سنة اذا افترضنا أنّ



حيث أنّ معدّله يتضاعف كلّ عشر سنوات . وإنّ هذا المعدّل يصعد بسرعة أكبر بالنسبة للبلدان السّائرة في طريق النّموّ . ويتمثّل المورد الرّئيسي للطاقة . في الوقت الحاضر ، في الوقود الأحفوري كالنفحم الحجري والنّفط والغاز الطّبيعي . وينجرّ عن طريقة استغلال هذه الموارد تلوّث الهواء المحيط بالإنسان . ومن جهة أخرى فإنّ هذه الموارد مهدّدة بالنفّاذ في مستقبل غير بعيد وخاصّة منها النّفط والغاز الطّبيعي . ومن المعلوم أنّ احتياطات النّفط الخام على المستوى العالمي تقدّر بحوالى تسعين ألف مليون طنّ . وتقدّر بالنسبة للغاز بحوالى 50 مليون $\times 10^6$ متر مكعب في حين أنّه يستهلك في السنة ثلاثة ملايين

جهاز للاذاعة المرئية يسير بالطاقة الشمسية .



منار شمسي يستعمل في الموانئ البحرية .

معدل الاستهلاك سيبقى ثابتا . ولكن
الاستهلاك لا يبقى مستقرا بل يصعد
بسرعة .

اعظم مصدر للطاقة :

الديناميكي والحرارى والقابلية النظرية
للتحول الى جهد نافع فعليا بالغة القيمة
وانه من الثابت أن الشمس تضاهي في
اشعاعها الجسم الأسود الذى تصل حرارته
نسبة 6 آلاف درجة مطلقة أى كاشينية
وتتمثل المزية الأولى لاستعمال الطاقة
الشمسية في وفرتها المتأصلة وفي عدم
احداث تلوث في الأجواء المحيطة بالأرض
وذلك لا يمكن تحاشيه بالنسبة للطرق
المستعملة لاستنباط الطاقة من الوقود
الأحفورى أو الوقود النووى .

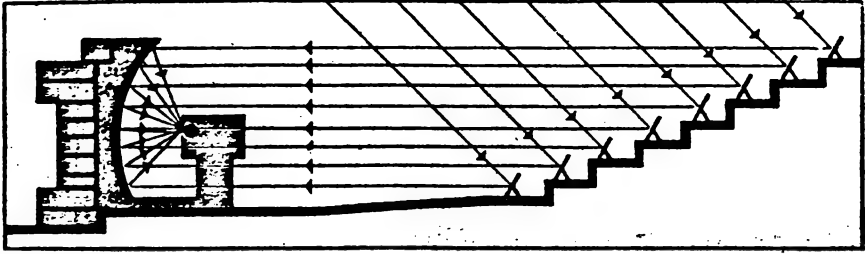
تحويل الطاقة الشمسية الى حرارة :

تتمثل الطريقة الفضلى باستغلال
الطاقة الشمسية في تحويلها الى حرارة
ولا تحتاج في ذلك الا الى سطح لا يعكس
الأشعة الشمسية وعلى هذا النحو فان
الاشعاع يمتص تماما فتعلو من جراء ذلك
درجة حرارة السطح الممتص للأشعة .
وهذا الأسلوب مستعمل على نطاق
واسع لتجفيف الثياب والمزروعات
لاستخراج الأملاح من مياه البحار
وتسخين الماء للاستهلاك المحلى وغيره ..
ويجب تجميع الأشعة الشمسية وحشدها
حتى تكون انتاجية تحويلها الى طاقة
تستعمل فعليا مرتفعة وتمكن من تحقيق
ذلك بواسطة المرايا التابعة للأفران
الشمسية ويبين الرسم عدد 1 مبدأ هذه
الطريقة . ويرتكز توجيه الاشعاع على

أعظم منبع للطاقة يعمل بلا انقطاع
بطريقة الاندماج النووى هو الشمس
فانها تشع باستمرار على سطح الأرض
مائة وسبعون مليون جيفرات وعلى سبيل
المثال فان مجموع الطاقة المحتمل استهلاكها
من طرف البشرية جمعاء سنة ألفين
سيكون أقل من 0.1% من الطاقة الشمسية
التي تصل الى سطح الأرض ونذكر
على سبيل المثال أيضا انه يوجد ما يقرب
من مائة جيفوات مستمدة من المولدات
الكهربائية المركزة في العالم وذلك
بالنسبة لسنة 1972 .

الاساليب التى تمكبن من تسخير الشمس لتوليد القوة :

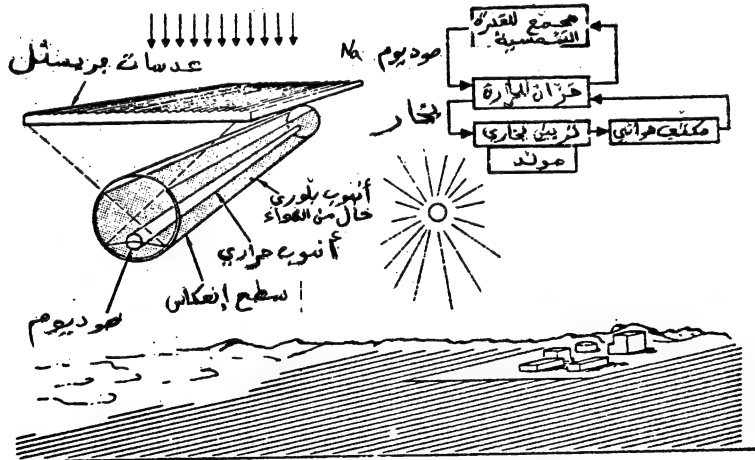
يقدر معدل تدفق الطاقة الشمسية التى
تشع على سطح الدائرة الأرضية بـ :
1,36 كيلوات بالنسبة للمتر المربع .
وينخفض هذا الاشعاع تحت تأثير تغير
العوامل الجوية للامتصاص وتبديد الطاقة
حتى يصل الى معدل أعلى 1 كيلوات
للمتر المربع بالنسبة لمستوى سطح البحر
في الأيام الشمسية . ومن المعلوم أن
خاصية الأشعة الشمسية من حيث الجهد



تجارى في نقطة بؤرة المرآة يمكن توليد قوة ميكانيكية أو قوة كهربائية . بيد أن قدرة الانتاجية لهذا الجهاز ضعيفة بالنسبة للتكاليف المالية للانجاز وتكاليف صيانة المرايا التى تتابع الشمس بدقة فهي باهضة ولقد عرضت أخيرا طريقة أخرى أفضل من طرف الاستاذ *Meinel* ماينيل « ومرآته بجامعة أريزونا » وتمثل في الرسم عدد 2 : بحدث تجمع الأشعة

عدد من المرايا المسطحة والدقيقة الاتباع لأشعة حيث ترسلها الى مرآة كبيرة ذات مقطع عرضى مكافئ وهي بدورها تجمعها في نقطة بؤرتها .

ولا يقتصر استعمال الأفران الشمسية على الأغراض العلمية فحسب بل يتعداها الى أغراض تقنية كالصناعة الخاصة بالمعادن وغيرها . والملاحظ أنه بواسطة أو من جراء تركيز محرك



رسم عدد 2 : تحويل الطاقة الشمسية إلى حرارة (طريقة ماينيل *Meinel*)

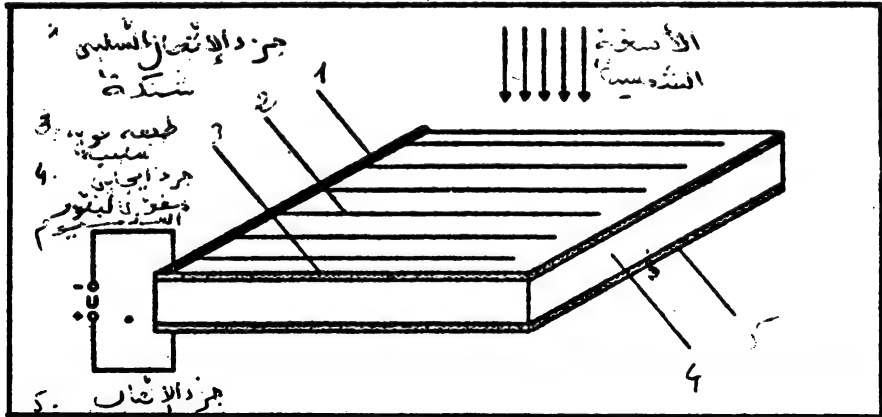
طريقة التحويل المباشر : تستفيد

المحطات الصغيرة بوجه الخصوص من
الخبرات الكهروضوئية التي تحول الكميات
الضوئية مباشرة الى كهرباء بواسطة
البلورات شبه الموصلة مثل « السيليسيوم »
وعلى سبيل الذكر فان جل الأقمار
الصناعية قد زودت بواسطة الخلايا
الشمسية المركزة على مادة السيليسيوم
وهي تختص بطول مدة الاستعمال
والإنتاجية العامة .

الخلايا الشمسية المركزة على مادة السيليسيوم :

ومن الملاحظ أن المعهد للخلية
الشمسية يتحسم في النحو التالي : 2x2

الشمسية بواسطة عدسات « فريزل
(Fresnel Lenses) التي ترسلها الى أنبوب
زجاجي أفرغ منه الهواء ويحتوى أنبوبا
مملوءا بالصوديوم السائل يقع تسخينه
إلى أن تصل حرارته 500 درجة مائوية
ويضخ الصوديوم نحو خزان للحرارة
الذى Heat Storages يحدث من جراء
دورانه بخارا يؤدي الى تحريك مولد
تربيني ويستمر ذلك حتى في الليل وقد
أحرزت هذه الفكرة على اهتمام بالغ
وأدت الى بحث تعاون في ميدان التنمية
على نطاق واسع بين عدة معاهد للطاقة
من بينها معهد الكويت ومعهد الخليج
وجامعة أريزونا ومعهد الأبحاث في
الفيزياء بـ Laing في ألمانيا الغربية .



الأشعة المضئية حسب علاقة مرتبطة
 يجب تمام الزاوية (انظر الرسم رقم 8)
 ولقد أنجزت من قبل عدة خلايا شمسية
 مركزة على مادة شبه موصلة غير
 السيليسيوم ومنها ما يمتاز بعدة خصائص
 مثل الخلايا من مادة GaAs التي تعمل
 تحت حرارة عالية تصل الى 300 درجة
 مائوية مع كفاية مقبولة غير أنها من حيث
 الثمن أبهض من خلايا السيليسيوم . ولقد
 استرعت خلايا كبريت الكاديوم Cds
 ذات الغشاء الرقيق اهتماما كبيرا . ومن
 المعلوم أن كفاية قدرة التحويل لهذه
 الخلايا تضاهي نصف كفاية خلايا
 السيليسيوم . وهي بطبيعتها تمتاز بوزن
 خفيف وثمان زاهد ، وذلك من شأنه أن
 يمكنها من توليد طاقة ذات انتاجية عالية
 كلما كان في الامكان الحصول على
 مساحة كافية .

تمن خلايا السيليسيوم المستعملة في
 ميدان الفضاء : تعتبر خلايا السيليسيوم
 تقريبا المنبع الوحيد لتوليد الطاقة
 الكهربائية منذ أكثر من عشر سنوات
 وذلك بالنسبة للبرامج التي أقيمت في
 ميدان الفضاء . وعلى سبيل الذكر فإن
 الخلايا الشمسية المركزة على مادة
 السيليوم والخاصة بميدان الفضاء ،
 تتكلف باهضة 100 دولار أمريكي
 بالنسبة للوات الواحد . وعلى سبيل عرض

ستيمترات مربعة و 0,2 مللم . بالنسبة
 للسلك ويبدو ذلك في الرسم عدد 3
 وتكون قيمة قدرة الانتاجية في فضاء
 يتمتع بالاضاءة وبالنسبة لحرارة تبلغ
 عشرين درجة مائوية 60 مليوات مع
 فرق جهد 0,4 فولت ويمثل ذلك كفاية
 11 % ويمكن الوصول بالنسبة للخلايا
 الشمسية المركزة على مادة السيليسيوم
 الى كفاية تقرب من العشرين بالمائة وذلك
 بواسطة تعديل للحساسية الطيفية الخاصة
 بالخلية يكون موقفا ويطاشي . وظيف
 الشمس وذلك باستعمال السيليسيوم
 الصافي وبالقيام بعدة تحسينات تقنية وقد
 تحقق أخيرا الوصول الى كفاية 16 %
 وذلك ضمن الأحوال الجوية العادية .
 واذا أردنا انتاج قدرة انتاجية تضاهي
 100 وات يتحتم تغطية مساحة متر مربع
 بمجموعة من الخلايا الشمسية عددها
 2240 ومساحة خاصة الوحدة 2x2 صم
 (تكون قيمة الكفاية 10 %) لايجاد قدرة
 انتاجية فلتية ذات قيمة معينة (28 فولت
 مثلا) .

ينبغي وضع عدة خلايا في ان
 متوال بواسطة مغذى ربط مشترك موصل
 وتناسب تقريبا قدرة انتاجية الخلايا
 الشمسية مع كثافة الدفق الضوئي
 المركز عليها . وبصفة أدق فان قدرة
 الانتاجية تتطور مع تغير زاوية سقوط

ملحوظ على ثمن الأجهزة وتكاليف اليد العاملة فكان الثمن الأدنى بالنسبة للوات الواحد المستمد من الخلايا في أغراض أرضية يتراوح بين عشر دولارات وثلاثين دولارا . ولقد أعلن أخيرا عن طريقة جديدة لاعداد القطع المعدنية الصالحة لتشكيل الخلايا ، مستنبطة من أشرطة بلّور مسطح يمكن انتاجه مباشرة بانصهار مادة السليسيوم . ويمتاز هذا الأسلوب بسهولة كبيرة في تصنيع خلايا السليسيوم ذات الشكل المربع أو المستطيل وتعلن المخابر الأمريكية المختصة في هذا الميدان أنه بهذا الأسلوب في الامكان انجاز خلايا شمسية تقدر بـ 375,0 دولار بالنسبة للوات الواحد ، بشرط أن يكون التصنيع واسع النطاق ، ما يضاهي قوة قدرها 100 جيقوات في العام . وإذا صحّ ذلك ، يصبح توليد القوة بواسطة الخلايا منافسا لاستغلال الوقود الكلاسيكي والطاقة النوزوية .

ميسادين التطبيق :

وإذا أخذنا بعين الاعتبار المشاكل المنجزة في الوقت الحاضر ، عن استغلال الوقود الأحفوري أو الطاقة النووية ، وهي مشاكل تتمثل في التخوف من نفاذ هذه منابع ، وتلوّث الجو . وتفاقم الضجيج والحرارة . فإن استغلال الطاقة

الأتمان في هذا المضمار ، نذكر أنّ 25 خلية شمسية مربعة مساحة الواحدة 4 سنتمترات مربعة ، تتكلف بأربع دولارات الواحدة . وبالنسبة لتركيب مجموعة كاملة وربط الخلايا بواسطة اللحام ، أو بواسطة مغذى ربط مشترك فهي تتكلف بـ 200 دولار أمريكي بالنسبة للوات الواحد .

صنع الخلايا الشمسية من السليسيوم

إنّ مادة السليسيوم تعتبر المادة الثانية الموجودة بكثرة في الأرض . بيد أنّ التكاليف باهضة للحصول على سليسيوم ذي جودة مطلوبة . تمكّن من تحقيق كفاية للخلايا تكون عالية . ونذكر أنّ أساليب معالجة المواد الخام تؤثر بصفة خاصة على قيمة تكاليف الخلايا . وتتجسّم هذه المعالجة في قطع بلّور السليسيوم بالمنشار وتشريحه ثمّ اعداده في شكل رقاقات شبه موصلة ذات سمك قيمته 0,3 مليمتر . وتعطى هذه الرقاقات الشكل الملائم ، ثمّ يقع تركيبها وتلميعها حتى تصبح قطعة معدة لتشكيل خلية . وتعالج هذه القطع بطريقة فيزيائية تدعى « التشتت » وذلك لتقويتها حتى تكون شبه موصلة الى درجة مطلوبة . (أنظر الرسم عدد 3) . ومما لا شكّ فيه أنّ الأطوار التي مرّ بها الانتاج في هذا المضمار كان لها تأثير

في المرتبة الثانية : فمعدّلها السنوى يساوى 2000 كيلووات في الساعة بالنسبة للمتر المربع . ولذلك فإن الأقطار العربية بالخصوص ، يتماشى ومصالحها استعمال المجموعات الصغيرة للخلايا الشمسية لانجاز محطّات طاقة في الأماكن النائية تستفيد منها مثلاً مضخات الماء وأجهزة المواصلات وأجهزة التبريد والتكييف ومحطّات الرصد الجوى وغيرها .

وخلاصة القول فإنّ الطاقة الشمسية تساهم فعلاً بقسط في الطاقة التي نحتاج إليها .

وتوجد الآن عدّة أساليب تقنية بصدد التصميم والتدعيم لاستغلال الاشعاع الشمسي على نطاق واسع ●

الشمسية يحسّم منفذا هاماً ، وستبرز أهميته أكثر فأكثر على مرّ الأيام . وهذا المنفذ يهم جميع الأقطار حتى التي تعوزها صفاوة الطقس حيث يمكنها تصميم محطّات أنمار صناعية لارسال الطاقة الى الأرض بواسطة أمواج لاسلكية ، بيد أنّه تكون محطّات التقاط الأشعة على سطح الأرض بالنسبة للأقطار المشمسة . وبصفة عامّة تعتبر البلدان العربية من الأقطار المحظوظة باشعاع شمسي مرتفع ، فإنّ معدّل التدفق يرتفع في السنة الى أكثر من 2550 كيلووات في الساعة بالنسبة للمتر المربع ، ويساوى ذلك معدّلًا يومياً قيمته 7 كيلووات في الساعة بالنسبة للمتر المربع . وتعتبر أريزونا ومكسيكو



تسخين الماء بالطاقة الشمسية

محمد بوصفارة (تونس)

المقدمة :

وتركيب جهاز تسخين الماء الشمسى الذى يعمل طول السنة وهو لا يتطلب عناية كبيرة وبصيانة بسيطة .

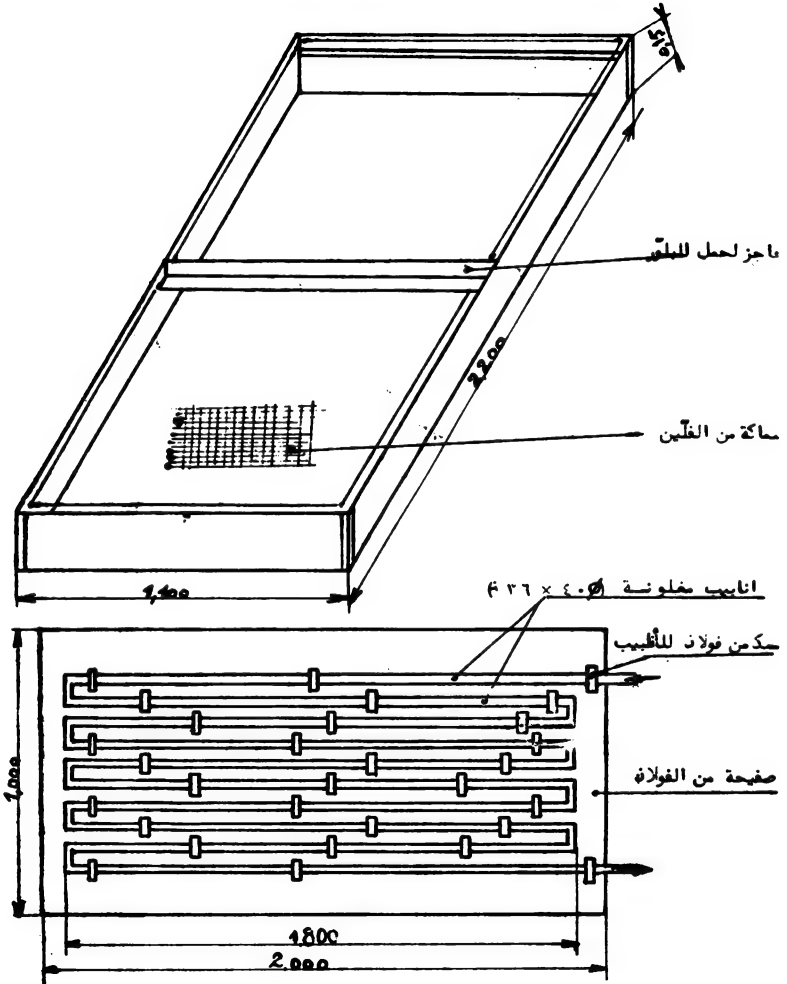
ومن مميزاته الجزء الذى يمتص الحرارة المجمع سهل التركيب ولا يحتاج إلى آلات خاصة ، ويمكن ان تصل درجة حرارة الماء من 60 إلى 80 درجة يومياً ولتحدث عن التسخين بواسطة الخزن .

يتألف جهاز التسخين الماء الشمسى من خزان للماء الساخن متصل بالمجمع المركب في مكان خارجى ومعرض لحرارة الشمس وللمجمع دور هام في التسخين .

كل يعرف قيمة احتياج الانسان للماء وكما يحتاج ايضا للماء الساخن ، وقد توصل الانسان قديماً وحديثاً إلى تسخين الماء سواء بطريقة مباشرة وذلك بتسخينه على موقد أو بطريقة حديثة وذلك باستعمال الكهرباء أو الغاز للتسخين ، ولكن لهذه الطرق مضارها ومخاطرها ، وزيادة على ذلك الاستهلاك المادى وافر ، والماء الساخن اساس من أسس لوازم الإنسان في أى مكان كان في محل السكنى ، وفي العمل ، وفي المخبر إلى آخره . . وبفضل الدراسات والبحوث في هذا الميدان توصل الإنسان إلى تسخين الماء بالطاقة الشمسية

رسم رقم (١)

صندوق من خشب لحمل المجمع



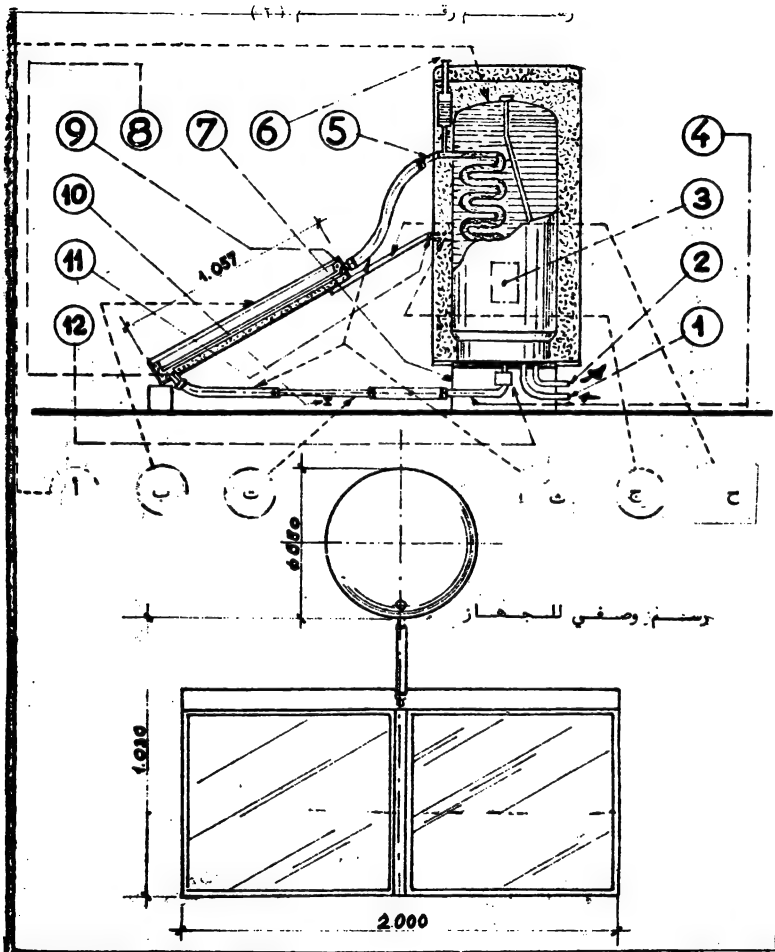
يتركب المجمع من صندوق خشبى طوله حوالى 200-2 م وعرضه 100-1 م وعمقه 15 سنتم . مفروش بطبقة من الفلين متوسطة السمك والقش وعليه صفيحة من الفولاذ سمكاً مليمترين وضعت عليها عشرة انابيب ملونة بنجم خارجى 40 مم وطول الواحدة 1.800 م ومتصل الواحدة تلو الأخرى بواسطة اللحام ومتصل ايضا بالخزان بواسطة انابيب مطاطية ويجب تجنب استعمال الزجاج المسلح لأنه لا ينقل الحرارة الشمسية بصورة مرضية ، يمكن تكوين الغطاء الزجاجى بوضع صفائح من البلور العادى ولكن الوصلات بين ألواح البلور يجب ختمها وذلك لمنع المطر والغبار إلى المجمع وقد وجد ان ملء الفواصل بين الألواح بمادة لاصقة يؤدى إلى نتيجة مرضية .

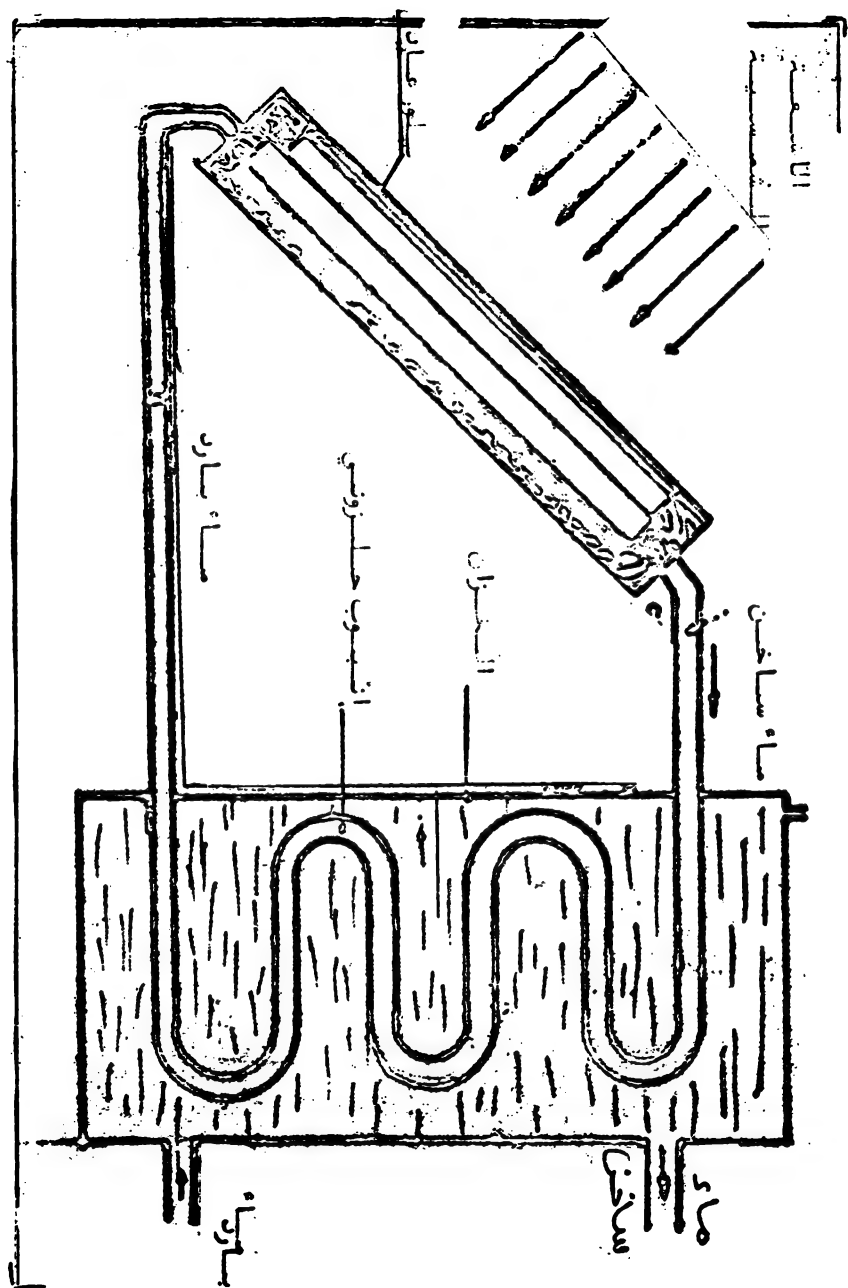
ومن المستحسن الكشف عن هذه الفواصل مرة كل سنة ، وختم المادة عند الضرورة وذلك باستعمال مواد مرنة للتغليف كاللباد وذلك لتجنب الكسر على الجوانب تحت تأثير الضغط غير المتساوى . وإن أفضل المواد العازلة هى الليف المعدني والزجاج الليفى أو الفلين وهناك ايضا القش ونشارة الخشب وكور البحر الذى يمكن استعمالها .

ويجب عزل كل الأنابيب التى لا تحتفظ بالحرارة وذلك بلفها بالقش أو

اللباد بطبقة سمكها 27 سنتم على الأقل وإذا كان الخزان والأنابيب في الهواء الطلق فتتحم حماية المواد العازلة من المطر حتى لا تبلل وكذلك يمكن تغليفها بالحوث الذى يطل عندئذ بثلاث طبقات من الطلاء الأسود محمية بطلاء من دهن الالنيوم أما بالنسبة للخزان فيجب احاطته بسور من الحجر وتكسيته بالفلين والقش ومواد صوفية لكى تحفظ حرارة الماء وسطه ويكون وضع الخزان أعلى من سطح المجمع لكى تقع الحركة الدورانية للماء كما يجب أن تكون الأنابيب مائلة نحو الخزان لتساعد الحركة الدورانية الطبيعية ضمن الجهاز وكذلك حبيبات الهواء اينما كانت في الأنابيب .

ويجب أن يكون المجمع موجهاً بقدر الإمكان نحو الجنوب الحقيقى حسبما تسمح الظروف ويجب امالته نحو الجنوب بحيث تتراوح زاويته بين 15 و 45 درجة من الأفق ، وإن أحسن زاوية للعمل طول السنة هى حوالى 10 درجات . أكثر من خط عرض المنطقة المعينة في جنوب خط الإستواء المجمع يجب أن يوجه إلى الشمال عوضاً عن الجنوب وفي حالات الصقيع يجب افراغ الماء من المجمع ولكنه ليس من الخزان ، ولهذا يجب وضع حفيات مناسبة ما بين المجمع والخزان وذلك لتفريغ المجمع من الناحية المنخفضة . إذ أن الصقيع





الكهرباء تستعمل في الطقس المطر أو خلال الأوقات التي تتطلب ماء ساخناً جداً

وبصورة عادية فإن كل قدم بمربع من المجمع يسخنه جالوناً (غالوناً) من الماء يومياً من حرارة 120 درجة ، وبالطبع عندما تكون الشمس محجوبة بالغيوم فإن التسخين يكون قليلاً أما في أيام الصحو وخاصة في فصل الربيع والصيف فإن التسخين يكون أكثر من العادة .

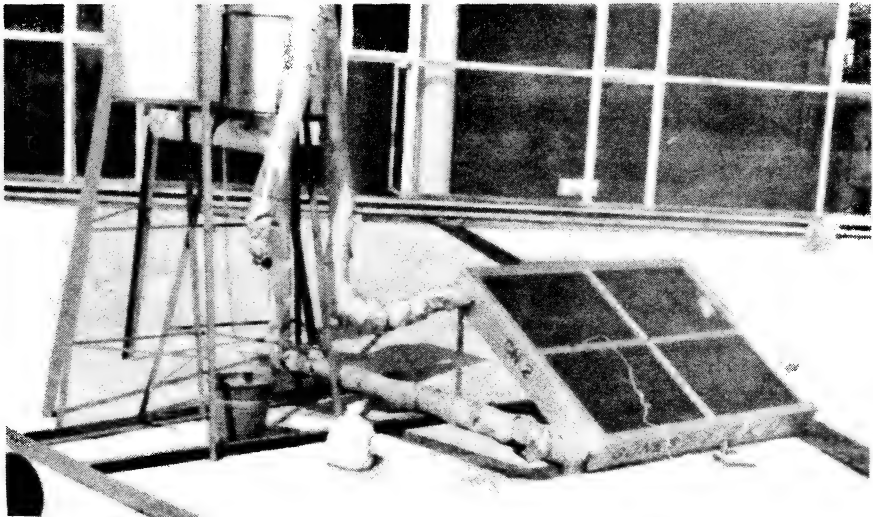
وإن التكاليف اللازمة لتركيز مسخن شمسي لا يتجاوز ثمنه 120 ديناراً .

ملاحظات هامة لحفظ المسخن من الإهمال :

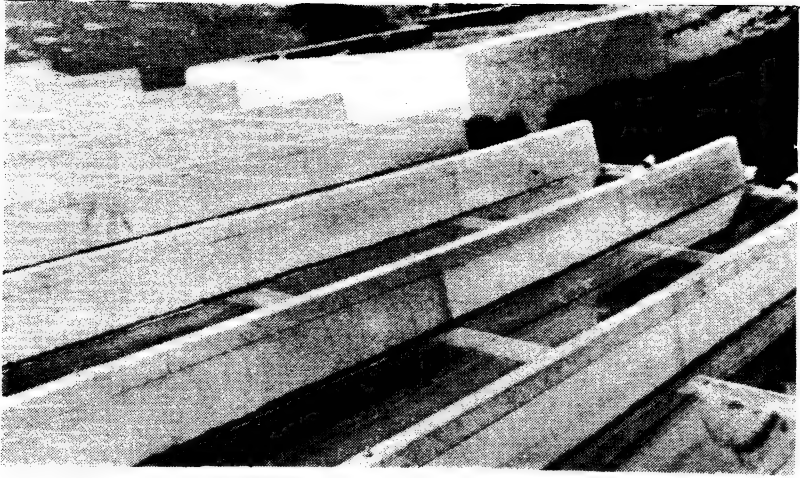
يحدث عندما تنخفض درجة الحرارة إلى ما تحت 10 درجات . عندما تكون الكهرباء متوفرة فإنه يمكن تسخين الماء على جهاز كهربائي ولكن التسخين بالشمس هو الأفضل .

ولهذا الترتيب يستعمل غاطة كهربائية بقدر 2 كيلوات في الربع الأعلى للخران وهكذا فإنه يوجد دوماً الماء الساخن سواء كانت الشمس ظاهرة أم لا .

وبتغيير الميزان المتحكم بالحرارة 135 درجة فإن الحرارة الكهربائية تستعمل فقط عندما تكون حرارة الشمس غير كافية كما أنه يمكن قطع التيار الكهربائي باليد عندما لا تلزم الكهرباء . وفي الواقع فإن



سخان للماء بواسطة الطاقة الشمسية في حالة تشغيل .



عدة صفائح مسخنة

- | | |
|--|---|
| 8 - انبوب خارجي (بارد) متصل بالمجمع إلى الخزان . | نظافة بلور المجمع حين تلوئه بالفبار ودهن انابيبه عند الحاجة بعد سنة أو سنتين ويجب أن يكون المسخن مركراً في مكان مناسب . |
| 9 - انبوب خارجي (ساخن) متصل بالخزان . | |
| 10 - حنفية صالحة لإفراغ المجمع عند الحاجة . | يمثل الرسم رقم 2 وصف للجهاز وهذه القطع اللازمة لصنعه حسب الصورة : |
| 11 - قطعة من فولاذ للمسك . | 1 - دخول الماء البارد للخزان . |
| 12 - سدادة مضادة لعودة الماء . | 2 - انطلاق الماء الساخن . |
| أ) الخزان . | 3 - فتحة خاصة لوقاية المسخن من العطب إذا دخل له تيار كهربائي . |
| ب) المجمع . | 4 - انبوب داخلي لإمتلاء المجمع . |
| ت) انابيب الإتصال . | 5 - انبوب خارجي (ساخنة) متصلة بالمجمع . |
| ث) انبوب مطاط للوصل . | 6 - قصبية صالحة للقيس . |
| ج) قطعة من الفولاذ صالحة للمسك . | 7 - حامل الخزان من الحجر والإسمنت . |
| ح) عمود ارتكاز المجمع على الخزان . | |

بالبطاقة الشمسية

تسخين الماء

درجة فهرنهايت ، والمياه التي تستعمل في المطبخ تكون أقل ما يمكن 120 درجة فهرنهايت وأكثر ما يمكن 130 درجة مثلاً لغسل الصحون الملوثة بالدهن .

أن الرجل الشمسي يمكن أن يسخن الماء حتى 170 درجة فهرنهايت وهكذا نجد بدون شك أن حرارة المياه المطلوبة مؤمنة .

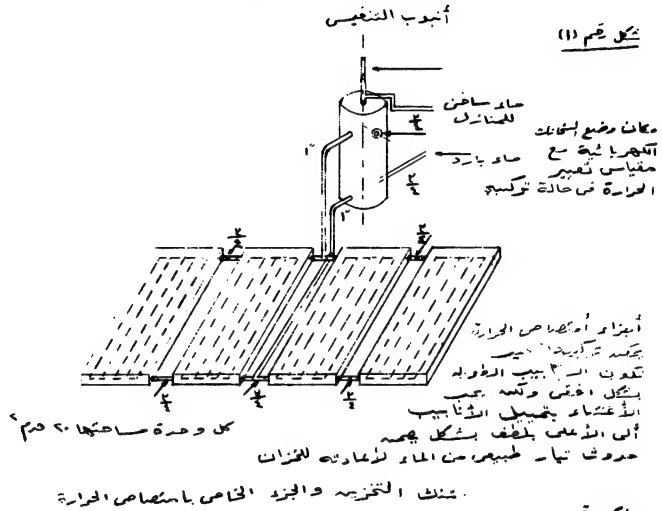
يتألف جهاز تسخين المياه الشمسي من مستودع (خزان) للماء الساخن متصل مع المصاص الشمسي الماركب في مكان خارجي معرض لحرارة الشمس . يمتص السواد المدهون على سطح لوحة التسخين على المصاص أشعة الشمس ، يسخن الماء في المصاص وهذا بدوره يتحرك بحركة طبيعية إلى الخزان .

يوضح الرسم (1) الأجزاء الضرورية للخزان والمصاص .

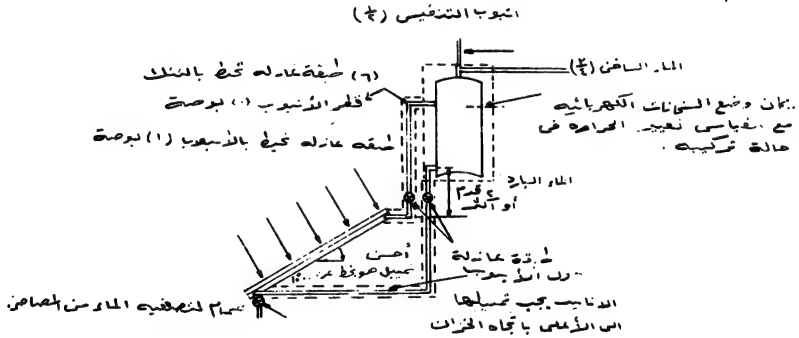
لقد عرف منذ زمن بعيد امكان استعمال الشمس بصورة فعالة لتسخين الماء للاستعمالات المنزلية ومتى تم تركيب جهاز تسخين الماء الشمسي فانه يعمل طوال السنة تقريباً بدون انتباه وبصيانة بسيطة كلما ظهرت الشمس . أن خزان الماء العازل جيداً يحفظ الماء الساخن لحين الاستعمال أن الجهاز المميز في الصورة هو أحد التصميمات العديدة الممكنة . من ميزاته أن الجزء الذي يمتص الحرارة (المصاص) سهل التركيب ولا يحتاج إلى آلات خاصة . يجب شراء الخزان مع جميع الوصلات الضرورية مركبة الأنابيب كوحدة كاملة . يمكن استعمال الخزانات المقلقة المتزلية الخاصة بالماء الساخن لهذا الغرض .

ان حرارة المياه المستعملة للحمامات تكون حرارتها بصورة عامة 100 — 110

(٩)



شكل رقم (١٠)



ترتيب جهاز تسخين المياه باستعمال الطاقة الشمسية
 ملحوظة: الأوضاع بالبوصة

يتألف الرجل من شبكة أنابيب تحمل المياه وهي ملحومة إلى لوحات من النحاس الأملس ، والوجه المعرض للشمس يُطلى بالأسود الناشف لتحسين امتصاص أشعة الشمس . عادة تستعمل الأنابيب المائبة المقلقة نظراً لكونها أرخص من النحاس كما أن استعمال الأنابيب النحاسية لا تزيد في المردود . والنحاس الوحيد الذى له ميزات هو الصفائح المستوية والتي يمكن لحماها إلى كل من الأنابيب ذات النصف بوصة تخانة على طولها يغطي اللحم أطول جزء ممكن من هذه الأنابيب لتشكل وجه الامتصاص بين هذه الأنابيب . وقد وجد أن أنابيب النحاس بسماكة 15٪ بوصة (أنش) هي مناسبة . أن استعمال نحاس أسملك يزيد في المردود مقدار 2 - 3٪ وهذا لا يتناسب مع سعره . ولتسهيل اللحام يمكن شراء الصفائح النحاسية من اللفات العريضة ذات العرض 9 أنش ووضعهم قطعة بجانب قطعة على الأنابيب .

هناك طريقتان لتركيب صواني لمصاص . الأولى هديد مقلقن مقياس 24 والثانية من الخشب .

اختبر عرض الصينية ليكون 36 أنش لتأمين التركيبات ذات عرض 36 أنش (بوصة) والبلور والشبك الدقيق وذلك لتجنب الاضاعة .

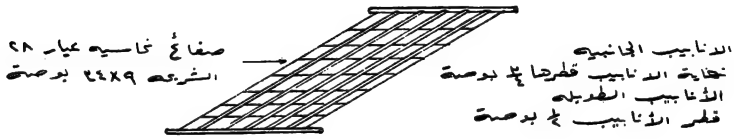
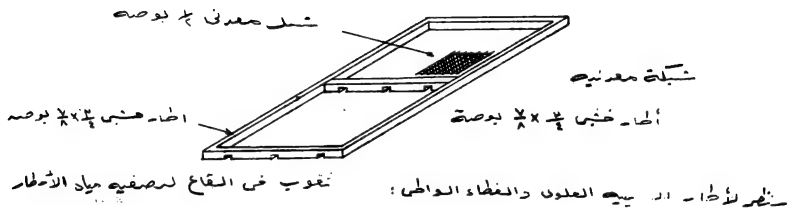
ان الطول المبين في الرسم هو 88 بوصة (انش) وهذا هو الطول الأقصى الذى يمكن الحصول عليه من الصفائح الحديدية المقلقة ذات الطول 8 قدم - 4 قدم . عندما تطوى بالشكل المشروح .

أما بالنسبة للصينية الخشبية فانه يمكن انشاء المصاص بالمساحة 8 أقدام - 4 قدم حيث يمكن تقديم الخشب القاسى . البلور والعوازل والشبكة بعرض 4 أقدام .

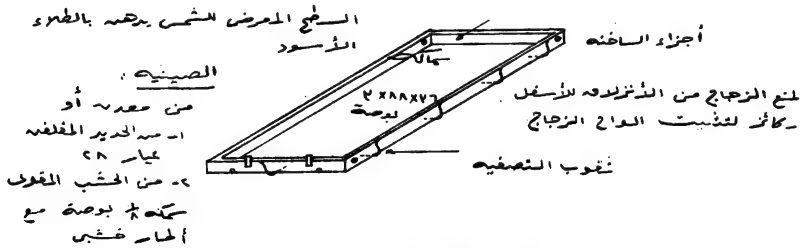
يجب ملاحظة لوحة الرجل ذات العرض 4 أقدام بأن المصاص متطلب ثمانية أنابيب بدلاً من الستة موزعة بمساحة قدرها 5 انشات (بوصات) أن ضرورة الشبكة الناعمة مرغوب فيه ولكن ليس ذو ميزة خاصة اذ تتوقف على خطر البرد الموجود في المنطقة المعينة . يجب تجنب استعمال الزجاج المسلح لأنه لا ينقل الحرارة الشمسية بصورة مرضية . يمكن تكوين الغطاء الزجاجى بوضع عدة صفائح من البلور طرف بجانب طرف ولكن الوصلات بين ألواح البلور يجب ختمها وذلك لمنع المطر والغبار إلى المجمع وقد وجد أن املاء الفواصل بين الألواح بمعجون ملصق يؤدي إلى نتائج مرضية .

من المستحسن الكشف على هذه الفواصل مرة كل عدة سنرات واعادة ختمها عند الضرورة . يجب استعمال مواد

شكل رقم (٢)



الجزء الداخلي من الصينية وتظهر فيها الدنايب والصفاة :



شكل التعليل

مرنة للتغليف كاللباد وذلك لتجنب الكسر على الجوانب تحت تأثير الضغط غير المتساوى .

ان أفضل العوازل هى : الليف المعدني والزجاج الليفى أو الفلين . وهناك أيضاً القش ونشارة الخشب التى يمكن استعمالها .

يجب عزل كل الأنابيب التى تهرب الحرارة باللمس وذلك بفهم بالقش أو اللباد بسماكة بوصة واحدة على الأقل . إذا كان الخزان والأنابيب في الهواء الطلق يجب حماية العوازل من المطر حتى لا تُبل مطلقاً . وكذلك يمكن تغليفها بالخيش أو الخام الذى يطل عندئذ بثلاث طبقات من الرفت محمية بطلاء من زفت المنوم . أمّا بالنسبة للخزان فيستحسن وضعه في صندوق من مواد مضادة لتأثير العوامل الجوية مع وجود عوازل بين الخزان والصندوق . يجب أن يكون قعر الخزان أعلى من سطح المصاص بمقدار قدمين والآن فإن الحركة الدورانية للماء لا تتم . كما يجب أن تكون كافة الأنابيب مائلة نحو الخزان لتساعد الحركة الدورانية الطبيعية ضمن الجهاز وكذلك حبيبات الهواء أينما كان في الأنابيب أن مجموع طول الأنابيب ما بين المصاص والخزان يجب ألا تزيد عن 25 قدماً في حالة الأنابيب ذات العرض (1) انش (واحد بوصة)

كما لا تزيد عن 40 قدماً للأنابيب ذات عرض 11.4 انش (بوصة) .

يجب أن يكون المصاص موجهاً بقدر الامكان موجهاً نحو الجنوب الحقيقي حسبما تسمح الظروف ويجب تميله نحو الجنوب بأى زاوية تتراوح بين 15 و 45 درجة من الأفق . أن أحسن زاوية للعمل طوال السنة هى حوالى (10) درجات أكثر من خط عرض المنطقة المعينة (يمكن الحصول على خط العرض من أى أطلس) . في جنوب خط الاستواء المصاص يجب أن يوجه إلى الشمال عوضاً عن الجنوب .

يجب في حالات الصقيع أفرغ الماء من المصاص ولكن ليس من الخزان ولهذا يجب وضع حنفيات مناسبة ما بين المصاص والخزان وذلك لتفريغ المصاص من الناحية المنخفضة . أن الصقيع يحدث عندما تنخفض درجة الحرارة إلى ما تحت (30) درجة فهرنهايت .

عندما تكون الكهرباء متوفرة فإن تسخين المياه على جهاز كهربائي - شمسي هو الأفضل . ولهذا الترتيب يستعمل غاطسة كهربائية بقدره (2) كيلوات في الربع الأعلى للخزان وهكذا فإنه دوماً توجد ماء ساخن سواء اكانت الشمس ظاهرة أم لا .

في اللائحة رقم (٢) ، وهذه القيم مأخوذة على أساس الأسعار في المراكز الكبرى .
 أمّا أسعار تصنيع المصّاص فهي غير معطاه هناك عمل يومين . أن أرقام التكاليف هذه تدلّ ، باستثناء الأجور اليدوية على أن جهاز التسخين الشمسي (الخزان والمصاص) ، تكلف حتى خمسين (50) ليرة من أجل أربعين جالوناً ، (40) قدماً مربعا . أمّا توفير الكهرباء السنوي بمقدار (1) . واحد بنس للوحدة من الكهرباء لهذا الحجم فهو (15) ليرة إلى 18 ليرة . وهكذا نرى أن التسخين الشمسي يؤمن التوفير . أن الصيانة الوحيدة الضرورية لحفظ الجهاز بشروط عمل جيد هو رشّ الجهاز بالماء لتنظيف الغبار العالق عليه وتنظيف الدهان وإعادة دهان الأماكن التي يرى أنها بحاجة إلى الدهان عند الضرورة . وأخيراً يجب التأكد من أن العازل لم يصبه ضرر أو ماء . كما يجب التأكد من أن هذا التصميم لجهاز تسخين الماء بأشعة الشمس هو أحد التصميمات العديدة الموجودة وأن تركيبه لا يتطلب آلات خاصة كما أن التصميم الموجودة الأخرى ليست أرخص .

ان مردود هذا الجهاز عالى جداً كما أنه ممّا يشك فيه أن الأجهزة الرخيصة تخوى مصاصاً أكثر نفعاً من الجهاز المذكور أن كثيراً من المصاصات المنوه عنها هي

وتعتبر الميزان المتحكم بالحرارة على (135) درجة فهرنهايت فان الحرارة الكهربائية تستعمل فقط عندما تكون حرارة الشمس غير كافية كما أنه يمكن قطع التيار الكهربائي باليد عندما لا تلزم الكهرباء . وفي الواقع . فان الكهرباء تستعمل في الطقس الممطر أو خلال الأوقات التي تتطلب ماء ساخناً جداً .

وبصورة عادية فان كل قدم مربع من المصاص يسخن جالونا (غالون) من الماء يومياً حتى حرارة (130) درجة فهرنهايت وبالطبع عندما تكون الشمس محجوبة بالغيوم فان التسخين يكون قليلاً أمّا في أيام الصحو فان التسخين يكون أكثر من العادي .

ان القياسات المفضّلة للخزان معطاه في اللائحة رقم (1) وذلك مع /أو بدون كهرباء . يجب ملاحظة أن هذه القياسات هي الدنيا . أمّا القياسات الأكبر فانها تفضّل لأنها تعطي حرارة أكثر وتكون أقل تأثيراً بالطقس الغائم وذلك لامكانية تخزين كميات أكبر من الماء الساخن هذه القياسات متوفرة في كافة أماكن جنوب أفريقيا بالرغم من أن بعض الأماكن تسخن جهازاً معيناً أكثر من مناطق أخرى بسبب أشعة الشمس الملتقاة .

ان تقدير التكاليف لمواد الخزان (أنابيب الوصل والمصاص ، فهي معطاة

الطريقة المقترحة لتجميع وتركيب الجهاز

1 - احضر الصينية التي سيوضع فيها الماء . الحُم أماكن الاتصال . أدهن الصينية بدهان أولى مناسب ، ثم بدهان أسود بلاستيكي ناشف جيد . ويجب أن يكون الدهان متحملاً للماء الذي سيغمره باستمرار .

ومتحملاً لدرجات من الحرارة قد تصل 65-70°م ، كذلك يجب الابتعاد أو يضعف أو يتلاشى تحت تأثير أشعة الشمس .

2 - قبل اتمام الدهان يجب اتمام اتمام تركيب انبوب التفريغ في مكانه المحدد ويجب ألا يقل طوله عن 5 سم أسفل قاع هيكل الجهاز وذلك ليمسح بتركيب انبوب البلاستيك الذي سيربط به ، كذلك يجب تركيب حلقة على جانبي هيكل الجهاز فوق أعلى مستوى يصل إليه الماء في الصينية ثم يدخل أنبوب البلاستيك في الحلقة لتسهيل نقل وتداول الجهاز .

3 - يجب حفر قناتين على قطعتي الخشب الجانبيتين لنقل ماء المطر والماء المقطر وتركيز الألواح الزجاجي الخاص من أحد جوانبه - كذلك يجب أن يحضر ثقب في كل قناة ، يوضع فيه أنبوبة

موجودة في الخدمة وهي مرضية بصورة كاملة . أن الذين يرغبون في مصاص غير هذا فبإمكانهم تقديم تضاميمهم إلى العنوان التالي وذلك للتعليق على الأهمية والمردود ،

National Buiding Institute,
P.O. Box — 395 , Pretoria
South Africa

ويطلب معلومات اضافية على موضع تسخين المياه بطريقة الشمس يرجى الطلب من نفس المعهد .

كتب هذه المقالة أ. ويلز وس.ج. ريتشاردس من C.S.I.R في افريقيا الجنوبية . ترجمها من المكتب الرئيسي في مؤسسة المشاريع الكبرى السيد طريف الجندى . أعدها للطباعة السيد ت.أ. لاوند خبير الطاقة الشمسية والرياح - منظمة الأغذية والزراعة .

يطلب أية معلومات عن هذا الموضوع يرجى الاتصال بالسيد لاوند ،

T.A. Lawand-Brace Research
Institute, st. ganes, Basbados
west Indies .

العملة المشار إليها في المقال هي عملة جنوب أفريقيا (1) ل. أفريقيا الجنوبية - 9 ل. س. تقريباً .

مناسبة وتُقَلَّفَنَ جوانب الأنبوب جيداً ،
ويجب دهن الجانبيين بدهان أولى ثم بدهان
بلاستيكي أبيض ممتاز . كما يجب توجيه
العناية إلى الأجزاء العليا من الجانبيين
المحتويين على القناتين ودهنها جيداً لمنع
تسرب الماء .

4 - تجمع الجوانب والدعامات
والقواطع التي سترتكر عليها صينية الماء
وتركب الأرجل في هيكل الجهاز ، ثم
تدهن بدهان أبيض .

5 - يحضر الجانبيان الآخريان (ذا
الشكل الزاوى) . ثم يقطع الباب في أحدهما
وتركب الدعامة التي سترتكر عليها لوح
الزجاج ، ويجب دهن كلا الجانبيين
بالدهان الأبيض البلاستيكي .

ويجب بذل عناية خاصة على الجوانب
الداخلية لكل منهما اللذان سيكونان من
الداخل .
كذلك يجب أن يكون الباب مناسباً للفتحة
ويغلق بإحكام .

6 - يثبت لوح من الورق المقوى
بالمسامير أسفل الدعامات التي ترتكر
عليها صينية الماء .

يجب أن ينقع لوح الورق المقوى
في الماء لمدة 24 ساعة على الأقل . ثم يترك
ليجف ويثبت بعد ذلك في مكانه . كما
يجب الانتباه إلى تثبيت الأطراف بإحكام

لمنع ترك مسافات على خطى الالتحام .
يُدهن الوجه السفلى للسوح بدهان المنيومي

7 - توضع المادة العازلة في مكانها
ويجب ألا تكون متراسة مع بعضها بل
على العكس يجب أن تكون غير متراسة .
توضع صينية الماء في مكانها مع ملاحظة
ثقب لوح الورق المقوى ليمر انبوب
التفريغ ثم تثبت صينية الماء بالمسامير
الجهاز على ابعاد 4 سم على الحواف العليا
فقط . ويجب عدم تثبيت الصينية بالمسامير
على الدعامات بل على الجوانب فقط .

8 - يركب الجانبيان ذا الشكل
الزاوى مع دعامة استناد اللوحين الزجاجيين
على هيكل الجهاز وتسمير الصينية على
القطعتين الأخيرتين كما ذكر سابقاً .

9 - يُنظف لوحا الزجاج جيداً
ثم يركبان في مكانهما ويجب تجنب توسيع
الزجاج من أصابع اليدين الملوثة بالمعجون
أو الدهان . ثم يُقَلَّفَنَ اللوحان جيداً بمعجون
لا يتصلب .

10 - تُركب أنابيب بلاستيك على
أنابيب النقل . كما يجب التأكد من أن
الأنابيب تدخل جيداً في قناتي التعبئة ويجب
استعمال قناتي ذات عتق بحيث لا تكون
محكمة القفل حول انبوب البلاستيك لمنع
فساد الماء المقطر .

11 - ألواح القزاز يجب أن توضع ضمن هيكل الجهاو لتفادي خطر الزوابع والهواء .

ملحوظة :

تكلف المواد اللازمة ما بين 8 و 10 دولارات أمريكية . كما أن مبلغاً مماثلاً يجب أن يخصص لانتعاب الشغل .

جدول بقائمة المواد اللازمة

الاسم	الفرص	الكمية	القياسات	إيضاحات أخرى
(أ) لوح توتياء مقلفن	صينية ماء	1	58 سم × 128 سم	سكها 3 م .
(ب) صفحة من الورق المقوى	كحامل للمادة المازلة	1	123 سم × 60 سم	سكها 2 م .
(ج) نشارة خشب	لمزل	-	-	لتينة حجم قدره 3 م ³
(د) لوحا زجاج	كتطاء شفاف	2	27,5 سم × 122 سم	سكها 2 م .
(هـ) أجزاء خشبية	أرجل	4	3 سم × 3 سم × 25 سم	خشب سويدي أبيض مسوح
(و) أجزاء خشبية	قواطع	2	2 سم × 4 سم × 60 سم	خشب سويدي أبيض مسوح
(ز) أجزاء خشبية	قواطع	2	2 سم × 4 سم × 120 سم	خشب سويدي أبيض مسوح
(ح) أجزاء خشبية	جوانب	2	54,5 سم × 17,5 سم	مقصوعة بشكل جماليين كما هو مبين في الرسم .
(ط) أجزاء خشبية	حوامل للصينية	3	4 سم × 5 سم × 50 سم	خشب سويدي أبيض غير مسوح
(ي) أجزاء خشبية	قطع جانبية	2	5 سم × 10 سم × 120 سم	خشب سويدي مسوح
(ك) أجزاء خشبية	لحمل لوح الزجاج	1	25 سم × 2,5 سم × 120 سم	خشب سويدي أبيض مسوح
(ل) أنبوب نحاس	لتفصية الماء	1	طول 10 سم وقطره 1/4 سم	
(م) أنبوب نحاس	لنقل الماء المقطر	4	طول 6 سم وقطره 1/4 سم	
(ن) أنبوب بلاستيك	للتصل بأنابيب النحاس	5	طول مناسب	(يتوقف طولها على مكان قناني التجمع .)
(س) معجون لا يتصلب	باحكام			(مثل المعجون المستعمل لثبابيك الحديثة للحم حواف الزجاج .)
(ع) دهان ألونيسوم				
(ف) دهان أول لسطوح التوتياء				
(ص) دهان بلاستيكي أسود ناثف				
(ق) دهان بلاستيكي أبيض				
(ر) مسابير ، براغي				
(ش) أدوات نجارة				
(ث) قطع من التوتياء تثبت فوق المعجون لتسكه جيداً منعاً من تهرب الهواء للداخل .				

استعمال الطاقة الشمسية

الاستاذ البشير التركي (تونس)

الاستاذ عبد المجيد الفقيه (تونس)

الكمية الاجمالية للطاقة

ان تقديرات الطاقة الشمسية المنبعثة على مساحة متعامدة مع أشعة الشمس وذلك في نهاية الحدود الخارجية للفضاء الأرضي يمكننا من الوصول إلى ما يسمى بالثابتة الشمسية التي اتفق على تقدير قيمتها حالياً بـ 1.98 كالورى في السنتيمتر المربع في الدقيقة الواحدة $1.98 \text{ cal/cm}^2/\text{mn}$

أى ما قيمته 138 M W/cm^2 . وهكذا ترتفع كمية الطاقة الشمسية التي تصل سطح الأرض وذلك بعد حذف كمية الطاقة الطاقة المنعكسة والمشتتة والمستهلكة في الفضاء إلى مقدار كبير يناهز $6,10^{20}$ كيلو كالورى في السنة وهى كمية تفوق كل المدخرات الحالية لجميع المناجم الطبيعية المنتجة المادة الوقود وكذلك كل المدخرات من طاقة الانشطار المتحصّل عليها من مادة الايرانيوم والطوريوم ويستغل الانسان بصفة غير مباشرة جزءا

ان استعمال الطاقة الشمسية هو مثل بقية أنواع الطاقات الأخرى يركز على معرفة دقيقة للغاية لكل خاصيات هذه الطاقة وذلك لأن كل التجهيزات والآلات الخاصة بهذا الاستعمال يجب أن توضع على حسب هيكلها ونجمتها وتغيراتها وتركيزها الخ . . . بالنسبة للطاقة الشمسية وكذلك بالنسبة للاعمال التي ستقوم بها هذه التجهيزات .

وتفتح الطاقة الشمسية مجالاً شاسعاً وبدون تكاليف باهظة وذلك باستعمال هذه الحرارة . ومن أهم ميادين التطبيق المباشر للطاقة الشمسية وأبسطها هو تدفئة المنازل والمحلات . ومن بين الطرق العديدة لاستعمال هذه الطاقة في الحياة العادية للانسان هى تقريباً الطبخ والاضاءة والتزويد بالماء الساخن وتدفئة المنازل في الشتاء وتكييفها في الصيف . وهذه كلها احتياجات لا يستهان بها لانها تمثل قسماً هاماً من الطاقات التلاسيكية المطلوبة .

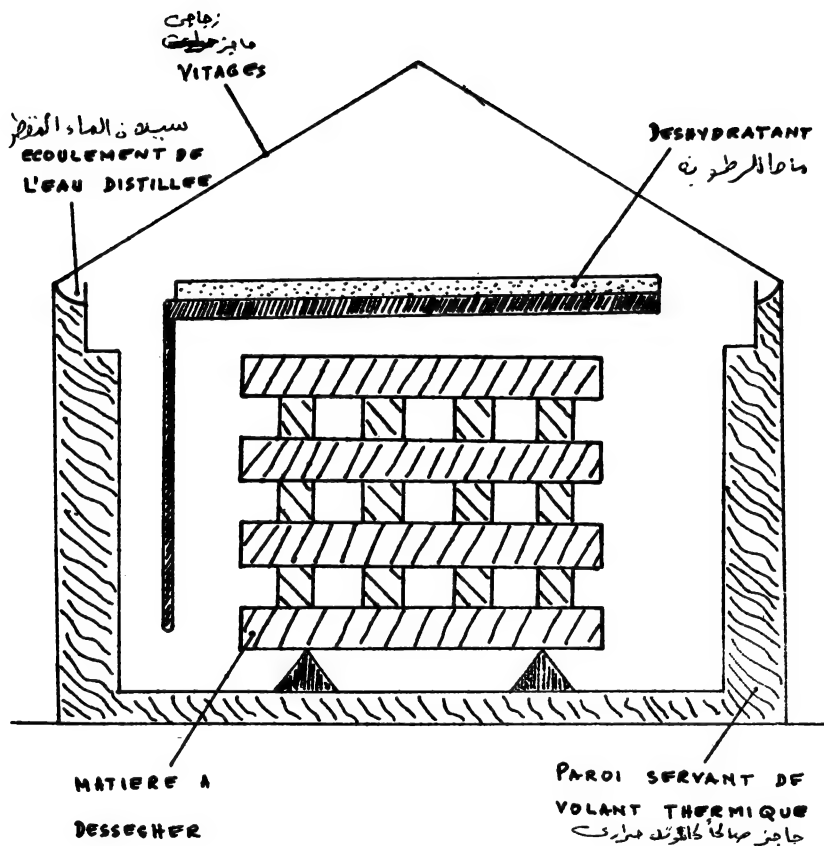
وخاصة في الميدان الفلاحي يقع بطرق بسيطة وعتيقة والطريقة الغير الباهضة التكاليف هي المتمثلة في بسط المواد الفلاحة الأرض أو على مكان مسطح لتجفيفها مباشرة بالشمس وهذه الطريقة لا تعطى انتاجاً ممتازاً لأن الافراط في التجفيف أو التلوث بالأوساخ أو بالحشرات أو بعض النقص من القيمة الغذائية كلها عوامل غالباً متواترة ومعروفة وهناك عامل آخر سلبي وهو ظهور الضباب المؤقت أو المستمر أحياناً الذي يعطل عملية التجفيف المطلوبة بالحرارة الشمسية ، لذا فانه ان كانت لدينا مادة تتطلب التجفيف السريع فإنه يتحتم الإلتجاء إلى مورد ثان للطاقة وفي هذه الحالة فإنه غالباً ما يتبين انخ الإستعمال المستمر بهذه الأجهزة الإضافية ييسط العملية . لذا فانه يتعين التصغير في حجمها أكثر ما يمكن وذلك للتخفيف من التمويلات لإستعمال الحرارة الاصطناعية للتجفيف . أما إذا ما أستعمل التجفيف في نطاق أوسع فانه يجب أن تكون تجهيزات التسخين هامة كما يجب أن نسمى أجهزة كبيرة لاقطة للشمس وكذلك عدة أجهزة أخرى .

وقد أنجحت البحوث الحديثة الخاصة بالتجفيف بالحرارة الشمسية إلى وجهتين ناتجتين عن الإعتبارات السابقة وبعبارة أخرى فقد ارتكزت هذه البحوث : أولاً

من هذه الطاقة المهولة عن طريق الانتاج النباتي والحيواني وعن طريق انشائها للأمطار والرياح . ولكن معدل الكمية التي تصل سطح القارات والجزر والتي يمكن استعمالها بسهولة وبطريقة مباشرة من طرف الانسان الذي يقوم بانشطته على الأرض تبلغ تقريباً $1,5.10^9 \text{ kcal}$ وهذه الكمية غير موزعة بصفة منتظمة على المساحة التي تغطي سطح المحيطات وتأثير بعض العوامل التي تتسبب في عدم التوازن في التوزيع يمكن تخديدها بسهولة مثلما هو الحال في الوضع الجغرافي والطبقة الهوائية عندما يكون الجو صحواً ولكنه توجد عوامل أخرى مثل التضاريس الطبيعية لسطح الأرض والتقلبات الجوية والغبار وتلوث الأجواء الخ وان الاستعمال المباشر للجزء الأكثر استعمالاً من هذه الكمية الهامة من الطاقة تبرر المحاولات التي نهم اجراؤها في نطاق عالمي للحصول على معلومات مفصلة أكثر ما يمكن لخاصياتها .

التجفيف بالحرارة الشمسية

رغم ان التجفيف يمثل احدى الاستعلامات الحقيقية جداً للطاقة الشمسية فان نسبة الأشغال التي خصصت للبحوث العصرية لاستعمال الطاقة الشمسية ضعيفة نسبياً وذلك لعدة أسباب : (1) ان التجفيف بالحرارة الشمسية أينما وقع تطبيقه



ثلاثة ويقارن بين مميزات كل منها وقد
أُتخذ عدة إجراءات في ميدان التجفيف في
ظروف مختلفة جداً للعمل . فقد حدد
الوقت اللازم للتجفيف ، وقدر مميزات
كل من الطرق الثلاثة المذكورة الواحدة
مع الأخرى ، وكذلك بطرق التجفيف
بواسطة الوقود ، وقد حلل خاصيات
تحويل الحرارة في مسخنة هوائية ذات
الصفائح المسطحة وقد ضبطت الصلة بين
هذه المسخنة وعدة تغييرات أخرى كسرعة
الهواء والحرارة الخ . . .

ويمكن تلخيص هذه الدراسة على
النحو التالي :

(أ) بالمقارنة لطرق التجفيف بواسطة
الوقود فإن الغلال والخضر يمكن
أن يقع تجفيفها بصفة مرضية في
تجهيزات شمسية الشئ الذي ينتج
عنه اقتصاد في الوقود ، وبالنسبة
للتجفيف الطبيعي فإن عرض
المواد المباشر للشمس والهواء يحقق
اقتصاداً ملحوظاً في الزمن .

(ب) أما الغلال المعروضة للتجفيف في
أجهزة مغلقة ومسخنة بالحرارة
الشمسية فهي أكثر جودة ونظافة
وأغنى بفيتامينات « س » من تلك
التي تم تجفيفها بطريقة طبيعية .
(ج) وقد تبين بعد التجربة أن الأنواع
الثلاثة للمجففات الشمسية لها

على التجفيف المباشر وهي الطريقة التي
تعرض بواسطتها المواد إلى أشعة الشمس
حيث تتبخر رطوبتها في الجو باستهلاكها
للطاقة وبمفعول دوران الهواء : ثانياً على
التجفيف الغير المباشر وذلك باستعمال
مسخن للهواء بالشمس (ويوجد لذلك
عدة أنواع) والذي يمون قسماً معيناً
للتجفيف بالهواء الساخن وقد ارتكزت
البحوث أيضاً على التوحيد بين الطريقتين
الأساسيتين للتجفيف الشمسي ويمكن
استعمال لاقط شمسي لتزويد وحدة
للتجفيف بالهواء الساخن التي تحتوى على
مواد معروضة كذلك مباشرة لأشعة
الشمس .

وفي سنة 1957 نشر اسميلوف من
الإتحاد السوفياتي تقريراً بعنوان امكانية
استغلال الطاقة في تجفيف الغلال والخضر
ويصف لنا هذا التقرير خاصة عملية
تجفيف قطع التفاح ، وذلك في ثلاثة أشكال
مختلفة للتجهيزات :

(أ) مجفف شمسي مسخن مباشرة
ومغطى بالبلور .

(ب) مجفف غير مباشر مسخن بواسطة
الهواء الخارج من لاقط شمسي ذي
صفائح منبسطة .

(ج) مجفف جامع للطريقتين السابقتين
معاً .

ويحلل المؤلف خاصيات هذه الطرق

المحيط ، وتحقق حالة الاستقرار عندما تتساوى درجة الحرارة اللازمة للتبخير مع نسبة الحرارة المستهلكة والمتأتية من الوسط المجاور .

ولتعويض الماء المتبخر فانه يجب أن يتكون في المادة المعروضة للتجفيف تبخر مائها الداخلى وانتشاره على الجوانب وهذه العملية يمكن أن تكون سريعة كما يمكن أن تكون بطيئة على حسب طبيعة المادة وقدرتها على الاحتفاظ بالرطوبة لمدة معينة فهى اذن هى التى تكون عنصر تحديد في عملية التجفيف أما ان كان انتشار الرطوبة سريعاً فيكون عنصر التحديد نسبة قابلة للمواد للطاقة أو سرعة التبخر .

وبالنسبة للمواد الكثيرة المسام فإن التبخر فيها يمكن أن يقع تحت السطح المرئي وبهذه الصورة فإن التبخر يقع من خلال تلك المسام .

وفي حالة التجفيف المباشر بالأشعة الشمسية فان قسماً من تلك الأشعة ينفذ إلى المادة ويقوم بمفعوله داخلها وعلى هذه المادة ويقوم بمفعوله داخلها وعلى هذه الصورة تكون الحرارة قد وجدت داخل المادة وعلى سطحها وبذلك تصبح عملية نقل الحرارة إلى المادة بسيطة .

ويستحب غالباً ولأسباب اقتصادية بأن تقع عملية التجفيف بأسرع ما يمكن لذا فإنه يتحتم مراعات نوعية المادة إذ أنه

جلواها في تجفيف الغلال والخضر والتجفيف المباشر بأشعة الشمس هو الأكثر سرعة بخلاف طريقة التجفيف بواسطة الأجهزة المغلقة والمزودة بالهواء المسخن بالطاقة الشمسية تعطى انتاجاً أكثر جودة بدون شك وذلك لأن درجة الحرارة القصوى التى تبلغها الغلال هناك أقل ارتفاعاً .

(د) والمسخنات الشمسية ذات الصفائح المنبسطة والمشملة على طبقتين من البلور يمكن أن تعطى هواء حرارته مائة درجة .

مبدأ التسخين بالحرارة الشمسية

والشرط الأول هو أن يقع انتقال الحرارة نحو المادة الرطبة وذلك بتوصيل السطح المسخن والذي هو ماس للمادة المذكورة أو بتوصيل الهواء الذى تفوق درجة حرارته بقليل درجة حرارة المادة التى يراد تجفيفها وعلى كل فالعملية تقع بواسطة الاشعاع الشمسى وباستهلاكها للحرارة فإن المادة المجففة تكون الطاقة الكافية لتبخير الماء الذى تحويه ، وهذه الطاقة مقدرة تقريباً ب : 600 كالورى للغرام الواحد من الماء المتبخر ، ويشرع الماء في التبخر من المواد الرطبة عندما تكون الطاقة المستهلكة درجة كافية تجعل ضغط البخار يتجاوز الضغط الجزئي في الهواء

استعمال الطاقة الشمسية

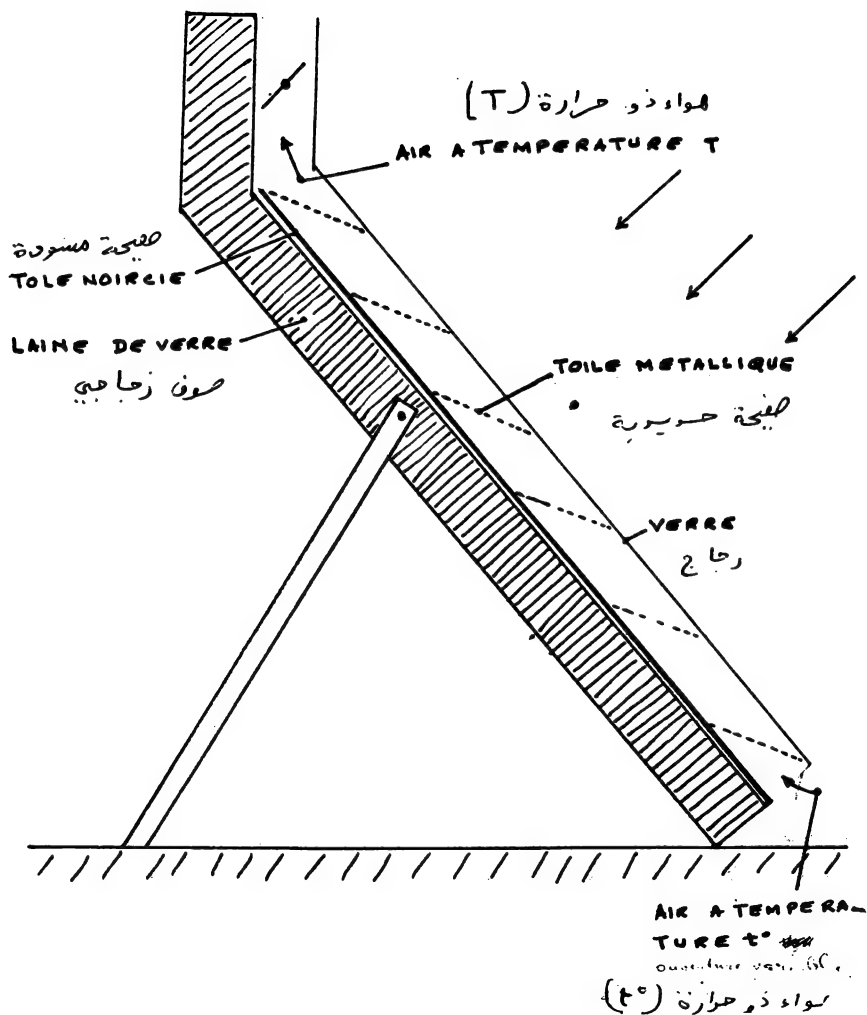
لتجفيف الغلال

مثل بقية المتوجات الكلاحية (كالجوز والقهوة) فان الغلال يمكن تجفيفها وذلك بمجرد طرحها على الأرض غير أنها يمكن أن تكون عرضة للتلوث والحشرات أكثر من غيرها من المواد لذا فقد وضعت لذلك طرق أخرى ، وعلى أية صورة فانه يجب مراعاة تحمل المواد للحرارة وللأشعة فوق البنفسجية ولمفعول البكتريات ولعدة عوامل أخرى ، وقد لوحظ أن قشرة العنب مثلاً هي خاصة تسمح بنفاذ الضوء الأحمر والطيف المرئي وكذلك الأشعة تحت الحمراء القريبة من موجة طولها أقل من 0,90 ميكرون تقريباً وقد أدخلت كمية من العنب على حالتها الطبيعية في 20 إلى 40 في المائة من الأشعة الموجودة في هذه المسافة من طول الموجة ، وقد أجريت عمليات على العنب المغموس في مركب قبل عرضه للتجفيف وأظهرت أن نسبة الأشعة الشمسية النافذة اليه ارتفعت بمفعول هذا الإجراء وكانت نسبة الارتفاع تقدر بـ 33 إلى 50 في المائة لطول هذه الموجات وقد بينت هذه الإجراءات نفاذ عدد هائل من الأشعة الشمسية داخل الثمرة الشئ الذي يسهل تحويل الحرارة وعملية التجفيف .

وتكون الحرارة الداخلية للعنب

يجب تجنب الحرارة الشديدة في كثير من الحالات وبصورة أخرى وبما أن التجفيف يقع على السطح فان المواد التي من خاصياتها أن تكون قشرة سطحية صلبة وجافة وتمنع نسبياً تسرب السوائل والبخار فانه يجب تجفيفها في جو قليل الحرارة لتجنب تكوين هذه القشرة ، ويجب القيام بمراقبة دقيقة لنسبة تحويل الحرارة والتبخر وذلك بتعديل نقل الحرارة أو ما يحتويه الهواء المجاور من الرطوبة وتجفيف مادة ما بواسطة دوران الهواء الجاف نسبياً بدون الالتجاء لمورد حرارة مباشر أو غير مباشر هو معروف تحت اسم التجفيف الثابت للحرارة .

والحرارة اللازمة لتجفيف البخار تحمل بواسطة الهواء للمادة الصلبة الشئ الذي يخفف من حرارة الهواء مع الزيادة في رطوبته القصوى والنسبية ، وبما أن الهواء لا يحوى إلا كمية ضئيلة من الكالوريات بالمقارنة مع الحرارة القوية الكامنة والقادرة على تبخير الماء . فانه يتعين استعمال كميات كبيرة من الهواء محملة برطوبة نسبية وضعيفة نوعاً ما في هذا النوع من عمليات التجفيف وهكذا يكون الهواء الخارج من المجفف مشبعاً بالرطوبة .



وتحسين جودة المواد والتفقيص من الضياع بسبب التعفن والإتلاف والبطء في النقل وعدة عوامل أخرى فإنه يمكننا أن نحقق توفير عدة ملايين الدولارات في السنة وقد تبين في عدة مناطق أن تعويض عملية التجفيف بواسطة الوقود بطريقة التجفيف الشمسي أو حتى التفقيص من استهلاك الوقود وذلك بتركيز مصدر تكميلي للطاقة الشمسية غير باهظ التكاليف وهذه العملية لها أهميتها الكبرى .

احتياطات تمكن من التحصيل على تجفيف متدرج لبعض المواد

يتعين تحقيق تجفيف بعض المواد بطريقة تدريجية وذلك بالنسبة للخشب أو الخزف مثلاً ، وبما أن مفعول الأشعة الشمسية المباشر لا يلائم نظر الحدته ولأنه يسبب تسخيناً سطحياً كبيراً للطبقة المعالجة ولتحقيق مفعول تدريجي فإنه يستحسن استعمال واسطة مجففة يتوقع استحالتها إلى حالتها الطبيعية بمفعول أشعة الشمس المباشرة والجهاز الممثل على الصورة هو تقريباً الذي يمكن أن يلائم وهو يتكون من جزء من مختلفين .

والجزء السفلي وهو الذي توضع فيه المادة المراد معالجتها (خشب - خزف) وهو مقفل بمواجز متوسطة السمك تقوم بلور جسر حراري وهذه المواجز يمكن

المغموس في مركب والمعروض لأشعة الشمس تتجاوز بأربعة أو خمس درجات الحرارة المحيطة بينما يصل هذا التجاوز في الحرارة بالنسبة للعنبر الذي لم يصف إليه أي شيء والموجود في نفس الظروف من 5 إلى 8 درجات وقد بينت هذه الإجراءات أن سرعة مرور الرطوبة في العنبر المعالج لها القوة الكافية لتبين أن مثل هذا الانخفاض في الدرجة الداخلية للحرارة حتى مع مراعاة الكمية الكبرى من الأشعة الشمسية المسلطة على الغلال المعالجة

وقد لوحظ أنه في الإمكان تحقيق تجفيف سريع والتحصيظ على متوجات جيدة حتى في ظروف تكون شديدة الضوء مكونة في مجفف مغلف بالبلور ومعرض للشمس ومزود بالهواء المسخن من قبل والمتأتي من لاقط شمسي منفصل ويمكن بلا شك جعل عملية التجفيف أكثر سرعة إذا ما سلطنا عليها كمية أكبر من الطاقة ولكن مع امكانية ادخال تغييرات في جودة المنتج وذلك إما بالإفراط في التسخين أو المبالغة في التجفيف على السطح بدون تحويل للرطوبة من داخل الغلة .

وإذا اعتبرنا الكميات الكبرى من المواد المتنوعة والمعالجة بهذه الطريقة فإنه يبدو من المتأكد البحث عن التقدم والتحسين في هذا الميدان ، وإذا ما توصلنا إلى التخفيض من نفقات عمليات التجفيف

انتاج الهواء الساخن بواسطة المدفأة الشمسية

الوصف : مبدأ المدفأة الشمسية هو على غاية من البساطة وهو عبارة عن صندوق مسطح لا يتجاوز عمقه بعض السنتيمترات ويكون موجهاً للاحية الأشعة الشمسية في انحناء مناسب ويتكون الضلعان الآخران لهذا الصندوق ، الارتفاع والعرض من أحجام غير معينة ويكون مفتوحاً من طافيه السفلى والعلوى ، ويكون أحد وجهيه وهو المعرض للأشعة الشمسية بلورياً أما الوجه الآخر الذى يكون القاع فيكون مغطى من جهة بحشية من قطن البلور بسيطة السمك من 4 إلى 5 سم تحقق حاجزاً حرارياً وهو محصن من جهة أخرى بورقة رقيقة من الحديد مطلية بسواد المدخنة ويختار المعدن أما من قشرة الحديد أو الليتون أو الزنك أو الألمينيوم ، والزنك لسهولة التواءه ولأنه لا يصدأ عملياً وكذلك لبساطة استعماله فانه يستحسن اختياره .

وفي داخل الصندوق وفي المسافة التى تفصل بين الغطاء البلورى والمعدن المسود الذى يحصن القاع توضع أنسجة معدنية ذات خيوط رقيقة وتكون على انحراف بسيط ومطلية بسواد المدخنة والأنسجة التى تغطى بها التآكلات والمصنوعة من خيوط حديدية مغلوقة دائرتها 0,2 مم تصلح تماماً لهذا الاستعمال .

أن تكون هى نفسها مسخنة بالشمس والجزء العلوى وهو مفصول من الداخل بحاجز مفرق يحتوى على فتحات وحوض يحوى مادة مجففة موضوع تحت الحاجز العلوى الشفاف (بلور أو بلاستيك) والعمل يتم على مرحلتين :

1 - بتساعد الهواء الساخن ليلا من الجزء السفلى ويأتي ليبرد في جهة الحاجز الشفاف وهكذا تتعلق الرطوبة المتكونة بالمادة المسخنة ، ويتزل الهواء البارد والحاف فيسخن ويترطب وذلك باتصاله بالمادة المجففة ، وهكذا تتكرر الدورة طوال الليل ناقله الماء من القسم السفلى إلى القسم العلوى .

2 - واثناء النهار فان المادة المجففة التى يتكون قد تحصلت على كمية هامة من الماء تتجدد بمفعول الأشعة الشمسية ويمجرى الماء المتقطر على الجوانب الشفافة ويبعد من الخارج وهواء القسم السفلى الأكثر برودة من هواء القسم العلوى لا يمكن أن يتسرب إلى هذا الأخير وتبين أن « السليكا جال » هو على وجه الخصوص مادة مناسبة لتجفيف الماء . إذ يمكنه استيعاب 25 ٪ تقريباً من الماء في طقس تقدر حرارة بـ 20 درجة مائوية في رطوبة تقدر نسبتها بـ 50 درجة مئوية في رطوبة تقدر نسبتها بـ 50 ٪ فقط .

في دخول الهواء ونغير هكذا وحسب
الإرادة قيمة تسخين الهواء عند خروجه من
المدفأة .

ومن المهم أن نلاحظ أنه بالنسبة لكمية
صئيلة جداً من الهواء الداخل أمكن الحصول
في شمال فرنسا وهي منطقة لا تتمتع على
وجه الخصوص بقاوة الطقس على حرارة
تصل وتتجاوز مائة درجة وهو ما يقابل
درجة تسخين تساوى من 70 إلى 80
درجة مئوية .

وهكذا يكون مجرى الهواء المتحصل
عليه بطريقة بسيطة جداً جاهزاً من ذلك
الحين لعدة استعمالات على حسب
ما تقتضيه الضرورة ويمكننا التفتيش اما
عن كمية صب كبرى من الهواء الساخن
حيث تبقى درجته معتدلة واما درجة
أقوى من الحرارة نتحصل عليها بالتقيص
من كمية الهواء الداخل .

والمدفأة الشمسية التي تم تحقيقها حسب
المبادئ المقدمة بإيجاز هي اذن تنتج مجرى
للhواء الساخن ذي سرعة صب بالغة
الانتظام وقابلة للعديد الاستعمالات .

وبإمكان هذه المدفأة بلون ادخال أى
تفويرات عليها تدفئة المحلات وكذلك
تزويد كل أجهزة التجهيف .

وقوة الامتصاص لمثل هذا الجهاز
تظهر قوية جداً بمجرد عرض الآلة للأشعة
الشمسية والمساحات المسودة من أنسجة
حديدية وأنسجة عادية تسخن بسرعة .

والهواء الموجود داخل الصندوق يسخن
من تلقاء نفسه بمجرد اتصاله بهذا الوسط
وتضعف كثافته ويتكون حالاً مجرى
للhواء في هذه المدفأة الحقيقية ، ودرجة
حرارة الهواء الذى يدخل بارداً من المنفذ
السفلى تأخذ في الارتفاع التدريجى عند
مروره المتالى بين الأنسجة الحديدية
المتدرجة على كل ارتفاع المدفأة وتأخذ عن
الخروج قيمة واضحة الارتفاع عن
درجة حرارة الهواء المحيط .

وبما أن طاقة الأشعة الشمسية تؤثر على
كل ارتفاع المدفأة فان درجة الهواء عند
دخوله من المنفذ السفلى والتي تكون
مماثلة لدرجة الهواء المحيط ، ترتفع تدريجياً
لتأخذ قيمتها القصوى عند خروجها من
المدفأة ، وهذه القيمة القصوى تزيد في
الارتفاع كلما نقصت كمية الهواء الداخل .

ويمكن التصور بأن هذا الفارق في
درجة الحرارة الذى يساوى قيمته ت - ت
ما هو إلا التسخين - للهواء عند خروجه
من المدفأة أى هي دافع لعدة عوامل
أهمها بالطبع سرعة تنقل الهواء الساخن
تحت مفعول عملية السحب ، ويكون في
الإمكان دائماً وذلك بمسك دفتر التحكم

التكسية المشعة بطريقة انتقائية للتسخين الشمسي

في وصف التحضيرات والدراسات
الخاصة بالمساحات السوداء والمشعة بطريقة
انتقائية وضعت أشرطة رقيقة من

، Ni ، MuO_2 ، MoO_3 ، Cu ، CuO
وصدا الحديد على معادن مصقولة مثل
النحاس والليتون والنيكل والفلان الذي
لا يصدا والألمينيوم . ومن السهل
التحصيل على عوامل امتصاص نسبتها
90% وعوامل مرسله من 10 إلى 20%
فقط غير أن الخاصية الهامة هي استقرار
الأشرطة للاستعمال التطبيقي . وأحسن
تكسية وأكثرها استقراراً أمكن التحصيل
عليها حتى الآن يقع تحضيرها بتجمع
الكهرباء المنحلة Electro lytique

على مساحة من النيكل أو الفضة أو شريط
رقيق من النحاس الذي تقع تصدته
تماماً بعد ذلك .

واحدى الطرق المستعملة لتحضير
طبقة من النحاس مثلاً تتمثل في تبخير
محلول نترات النحاس على ورقة
من الألمينيوم التي تسخن في نفس الوقت
وعلى هذه الأسس تتكون تكسية رقيقة
خضراء غير شديدة الخضرة على سطح
الألمينيوم الذي يتسخنه فوق 170
مئوية يتحول إلى صدا نحاس أسود
واستعمال دعامة لامة في هذه الطريقة
ضرورية . ولا يمكن لأى مجمع لصدا
النحاس من اعطاء نتائج مرضية في درجة
حرارية منخفضة على مساحة لا تكون
في الأصل عاكسة .



الشمسية

المصبرات

الاستاذ الدكتور بشير الركي (تونس) ← الاستاذ عبد المجيد الفقيه (تونس)

المقدمة :

فيما بعد على كامل تراب الجمهورية
تقريبا .

دراسة وانجاز المجففات أ - الانجاز الاول

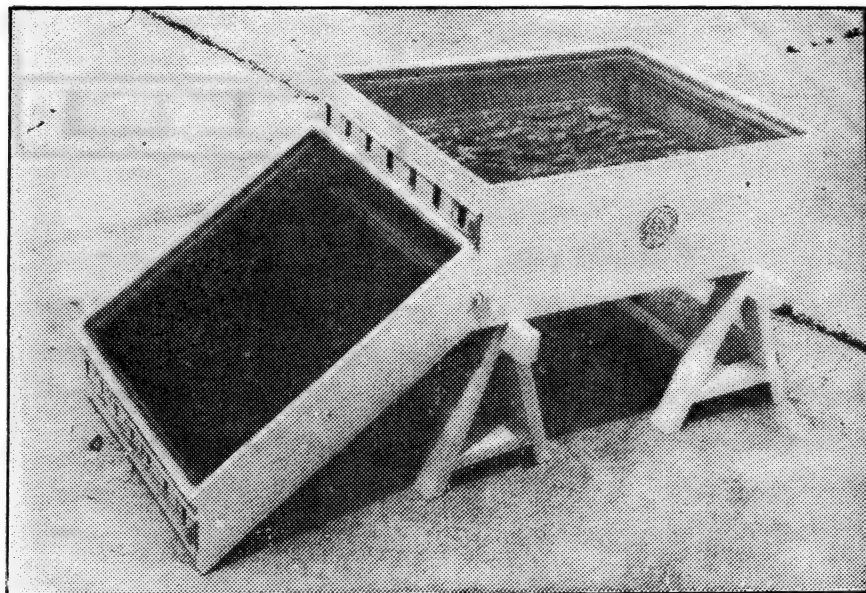
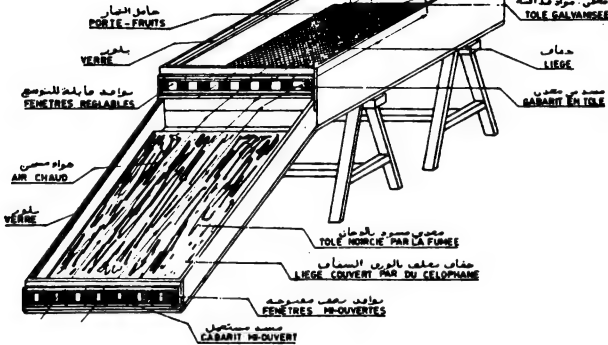
1) كان ذلك لتجسيم الفكرة
ولامتحانها فعلا وللنظر في امكانية الحصول
على تدرج كاف للحرارة بين داخل
المجفف وخارجه ومن شأنه أن يجعل
انجاز هذا المجفف ناجعا .

وأول جهاز مثالي كان صغيرا
وبسيطاً جداً وهو عبارة عن صندوق
صغير حجمه $0,3 \times 0,3 \times 0,5$ م بحيث
تكون مساحته المستغلة $0,15$ متر مربع .
ويكون هذا الصندوق مغطى بمربع من
البور نصف سميك وقد وقعت محاولة
وضع مربعين اثنين يبعد الواحد عن
الآخر $1,5$ ستمتر وذلك قصد التخفيض
من التسرب الحراري ولكن النتائج
لم تتحسن نظرا لان الهواء الساخن يدور

إذا كان من الممكن تخفيف بعض
الغلال والمتوجات الفلاحية بطريقة
مباشرة تحت الشمس ولمدة غير محدودة
فاننا نجد على عكس ذلك مواد أخرى
تتطلب حرارة مرتفعة ومدة زمنية للعرض
والتجفيف محدودة جداً . ولهذا الغرض
أبجرت أول وحدة للتجفيف ذات أحجم
صغيرة خلال سنة 1966 بمركز
الدراسات النووية بتونس قرطاج من
من طرف فرقة الطاقة الشمسية . وخلال
السنة الموالية واعتمادا على ضوء النتائج
الباعثة على التناؤل لهذا المجفف وقعت
دراسة مجفف ثان في حجم أكبر وذلك
بعد ادخال عدة تغييرات عليه .

وخلال سنة 1968 رأى مركز
الدراسات النووية تعميم هذه الطريقة
للتجفيف بالنسبة للصناعيين وذلك بتحضير
عدة مجففات من النوع الثاني بعد ادخال
بعض التغييرات عليها قصد توزيعها

CONSERVATEUR SOLAIRE

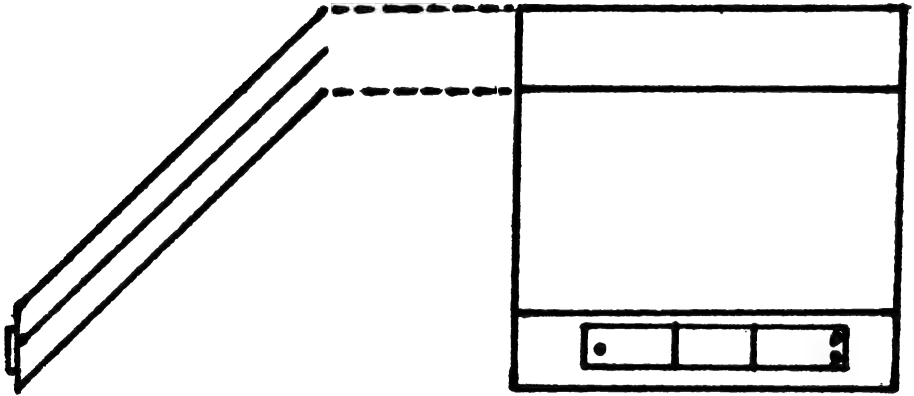


درجة الحرارة داخل المجفف وخارجه
لم يتزل تحت ١٠ درجات .

2- الثمن :

ولا يمكن التحدث هنا عن تكاليف
انجاز هذا المجفف لأن هذا الأخير
لا يكلفنا الا شراء البلور والصفحة
المشبكة وعلى كل حال فاذا ما اعتبرنا
ثمن المسامير والخشب فان ثمن المجفف
لا يتجاوز بأية حال الدينار والنصف .

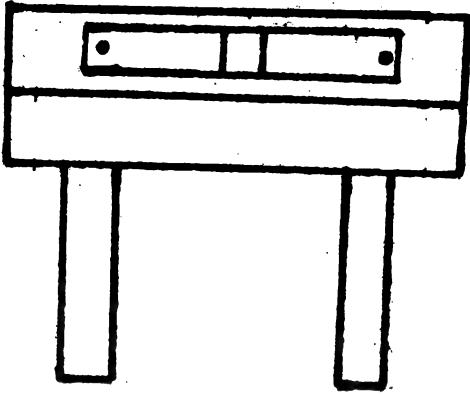
داخل المجفف . ولكي تنزل الأشعة
الشمسية عمودية على السطح المعروض
لذلك فانه يجب أن يكون الصندوق
منحنيا بواسطة رفد خاص بذلك بحيث
تكون الزاوية مساوية لمحط عرض المكان
وتوضع الغلال على حاجز مشبك يقوم
بدور الطبق ويكون مطلبا بلون أسود
ويكون هذا الطبق داخل الصندوق
موضوعا في نصف الارتفاع (انظر
الصورة) .



ب) الانجاز الثاني :

يقع الاحتفاظ بالمبدأ نفسه غير أن
الشكل في هذا النوع الثاني هو الذي يتغير
والغرض من ذلك هو التحصيل على
حجم أكبر للصندوق وذلك قصد
التحصيل على حرارة أوفر بالنسبة للطقس
الخارجي .

ويدخل الهواء البارد بواسطة فتحة
موجودة في الوجه الأمامي للصندوق
فيسخن ويمر على الغلال ثم يخرج من
الفتحة الخلفية مشحونا بالرطوبة .
ورغم هذا الحجم الصغير والبسيط
للمجفف فان درجة الحرارة داخل
المجفف حوالى 50 درجة مائوية في
الصيف أما في الشتاء فان الفارق بين



(1) الوصف :

تمتاز هذه الوحدة التجفيفية الجديدة بانقسامها الى قسمين الأول هو اللاقط الشمسي وهو يقتصر على تسخين الهواء . والثاني وهو يحوى الغلال حيث يمر طبعاً الهواء الساخن وهذا الطابق الثاني معرض هو أيضاً مباشرة للأشعة الشمسية ليسخن أكثر ما يمكن الهواء الذى يمر فى وسطه .

(ب) وصف الصندوق الحامل للغلال

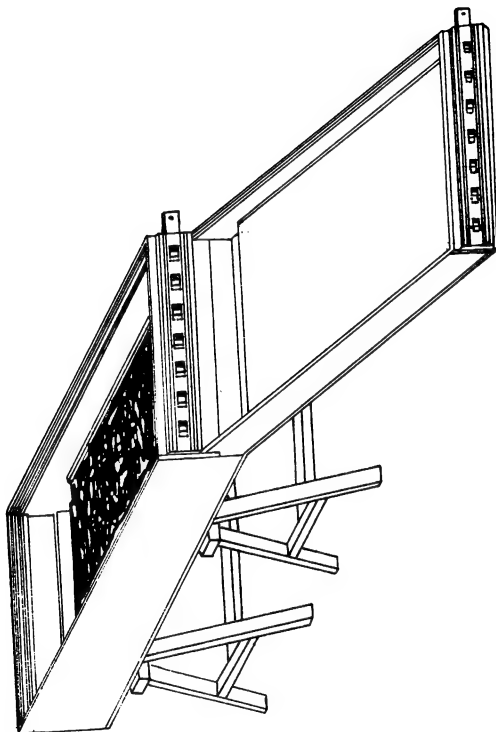
ولكى يكون هذا الصندوق فى مستوى اللاقط فانه يجب أن يرتكز على أرجل خشبية . والوجه الأمامى يحوى مكاناً مفتوحاً تماماً ويكون متصلاً باللاقط الذى تكون فى أعلاه فتحة يخرج منها الهواء المشحون .

بالرطوبة . وطول هذه الفتحة يمكن أن يكون متغيراً كذلك بواسطة مزلقتين صغيرتين تمكن من التحكم فى مستوى الصب للهواء الخارج ولادخال المواد الى داخل الصندوق فقد خصص لذلك باب فى الجهة الخلفية . وتوجد فى الداخل وعلى نصف الارتفاع صفيحة مشبكة من الحديد المغلون وصفيحة من الزنك تبعد الواحدة عن الأخرى ستمتراً واحداً فقط . ولتكون الغلال مهبوة من كل

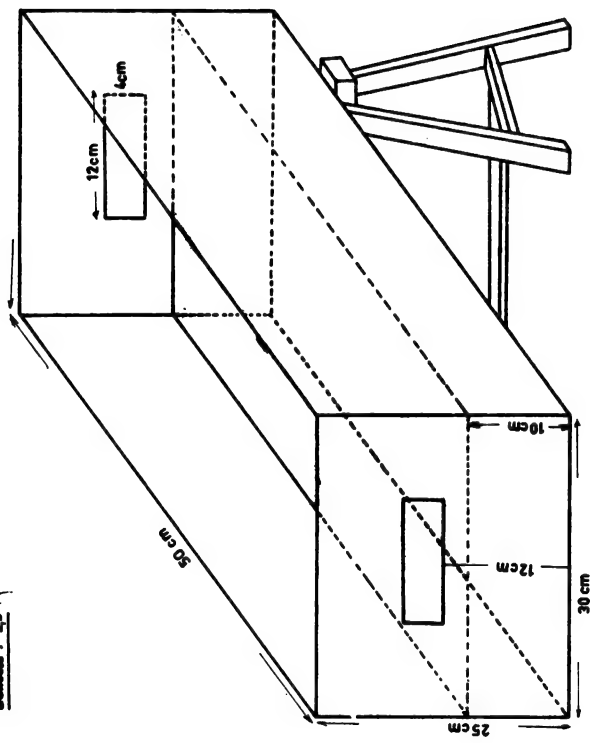
(أ) وصف اللاقط الشمسى :

اللاقط هو عبارة عن صندوق يبلغ طوله 0,80م ، وعرضه 0,80م ، وعمقه 0,19م ويوجد فى هذا الصندوق وفى نصف عمقه صفيحة من الزنك المغلون . وتكون الجهة المتوجهة للشمس منه مغلقة تماماً بطبقة من السواد يستحسن أن تكون من سواد البارافين الذى لا يترك أية رائحة عند الاستعمال ويكون اللاقط منحنيًا ومكونًا لزاوية تساوى . زاوية خط العرض للمكان وتكون الجهة العليا للاقط على اتصال تام بالصندوق الحامل للغلال وذلك بواسطة كلاليب خاصة وبطريقة محكمة السد ويوجد فى الجهة السفلى للاقط فتحة طولها 0,30 م وعرضها 0,04م ويمكن أن يتغير العرض بواسطة مزلقتين من الخشب وذلك للتصرف فى مقياس صب الهواء الداخلى .

CONSERVATEUR SOLAIRE



Exercice 25 : par deux



النواحي فإنها توضع على الصفيحة المشبكة التي تكون بدورها فوق صفيحة الزنك ويجب أن تكون الصفيحة المشبكة وصفيحة الزنك ماسة للوجه الأمامي وبعيدة عن الوجه الخلفي بعشرة سنتمترات بطريقة يكون معها الهواء المتأتي من اللاقط محيطا بالصفيحة الامامية للخروج .

(2) الاستعمال

يجب أن يوجه المجفف الى ناحيتي الشمال والجنوب . وتترل الأشعة الشمسية عمودية على صفيحة الزنك المسودة فتسخن هواء اللاقط . فيتكون مجرى للهواء يعبر الصندوق يحوى الغلال من تحت الصفيحة الزنكية . وتتجفف أكثر من فوق وذلك لأنها تتلقى مباشرة الأشعة الشمسية التي تمر بالغلال ثم تخرج من الفتحة الأمامية مشحونة بالبخار . هذا وان منافذ اللاقط والصندوق الذي يحوى الغلال المعدلة تتحكم في مقدار الصب للهواء الجارى . فيمكننا الزيادة أو التنقيص في طول الفتحة حسب رغبتنا في التحصيل على حرارة ضعيفة أو مرتفعة حسبما تقتضيه طبيعة المادة المجففة .

(3) التنقيح :

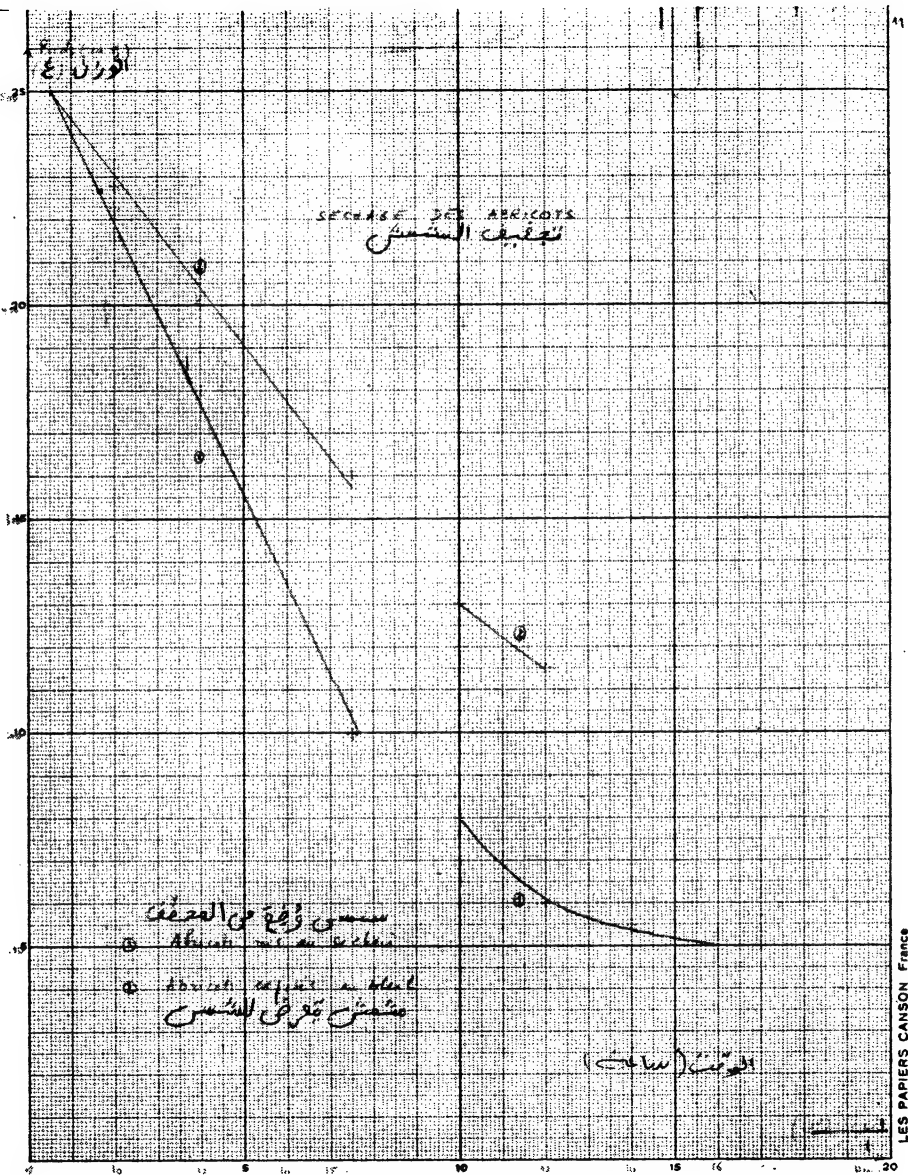
وبعد تجربة هذه الوحدة للتجفيف أدخلت بعض التنقيحات كان الغرض

منها الوصول الى استعمال أحسن .
(أ) وقد بينت التجارب الأولى بأن الحرارة تختلف من نقطة الى أخرى داخل المجفف وذلك لأن الهواء الساخن يتكون بين فتحتين صغيرتين جدا أى حسب خط الوسط للارتفاع فقط ولا صلاح هذا العيب فقد وقع تعويض الفتحة الوحيدة والمزقتين الخشبيتين بصفيحتين حديديتين تحويان ثقبا على كل طول المجفف . وتكون احدى الصفيحتين متحركة بالنسبة للأخرى وحسب وضع الواحدة بالنسبة للأخرى بحيث يمكننا الزيادة أو التنقيص في سرعة جريان الهواء ولكن هذه المرة عبر كل طول المجفف .

(ب) وأثناء التجارب الأولى لوحظ وجود بعض الحشرات وخاصة الذباب الذي تسرب عبر الفتحات وهذا ما دعا الى وضع قماش من نوع الناموسية وراء الفتحات وذلك لمنع دخول أى نوع من الحشرات بدون أن يعطل ذلك حسن سير الهواء الجارى .

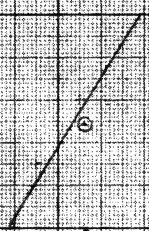
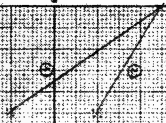
(ج) ولمنع أى تسرب حرارى خاصة وأن قاع المجفف يكون موجودا في الظل فقد وقع تغليف كل هذا القاع بطبقة من الفلين المزوج الذي يكون بدوره مغلفا بالسيلوفان .

(د) واثر الأمطار فإنها ترسب طبقة من الماء فوق البلور يجب التخلص منها



(K) 11/11

SKETCHES OF POSITION
Small pieces



Sketch of a line segment
Sketch of a line segment
Sketch of a line segment

(Sketch) sketch

Sketch of a line segment

بسرعة . ولازالة هذا المانع فقد تم انشاء
ثقبه على مستوى البلور التي يتزل
بواسطتها الماء المتراكم عليه . ولحماية
المجفف من الامطار المستمرة والندى
المسائي فانه يقع تكسيته بغطاء يحقق
بلا شك حياة أطول للمجفف .
4 (التعميم :

وبعد التجارب والنتائج المشجعة
رأى مركز الدراسات النووية
تشريك الصناعيين في هذه التجارب
الذين قدروا بأنفسهم قيمة هذه الأجهزة ،
وفعلا فقد تم صنع أحد عشر وحدة
المركز التي وقع ترقيمها وتوزيعها في
أنحاء الجمهورية مصحوبة ببطاقة عن
كيفية تشغيلها . والتزم المعنيون بتجربتها
ومدنا بنتيجة هذه التجارب في آخر كل
شهر بواسطة بطاقات تصلهم في أول
كل شهر . وقد وزعت هذه الوحدات
في المعتمديات التالية :

نابل - القيروان - سوسة - المهدية -
قابس - قفصة - مدين .

هذا وقد سلمت وحدة لفرقة علمية
تابعة للجيش التونسي كما سلمت أخرى
للشركة التونسية لصناعة الحليب وكانت
كل وحدة مصحوبة كذلك بمائة نشرية
قصد توزيعها على الجهة .

وكانت النتائج المتحصل عليها
من طرف هذه المؤسسات أكبر عامل

دعائي في البلاد الشيء الذي جعل عددا
كثيرا من المطالب ترد بانتظام على المركز
تطالب بهذه الوحدات للتجفيف ونذكر
على الخصوص المطالب الواردة من
معتمديات الكاف والقصرين التي أعطيت
لكل واحدة منها وحدة وأمام هذا الوضع
فانه لم يصبح في امكان مؤسسة الطاقة
النورية الا توجيه أمثلة مفصلة وارشادات
تطبيقية لصنع هذه الآلات البسيطة
التركيب والعظيمة النتائج .

5 (ثمن التكاليف :

يختلف ثمن وحدة التجفيف كثيرا
باختلاف عدد الأجهزة المراد صنعها
في نفس الوقت واذا ما قمنا بصنع عدد
كبير منها فان ثمن الوحدة لا تتجاوز
7 أو 8 دنانير . والجدير بالملاحظة أن
المادة الوحيدة المستوردة هي البلور
أما بقية المواد فكلها موجودة بالسوق
المحلية . وبما أن البلور موجود في جميع
أنحاء البلاد فان كل فلاح أو صناعي
أو خاص بإمكانه صنع هذا المجفف .
وبما أن المجفف يعمر مدة طويلة
يمكن أن تتجاوز العشرين سنوات ونظرا
للاقتصاد الذي يمكن أن يحققه فان فترة
استخلاصه كادت تكون معدومة .

التجارب التي أجريت بالمركز

لقد أجريت عدة تجارب بالمركز
وكانت الأولى منها في صيف 1967 .

(أ) يكون التجفيف بواسطة المجفف
أسرع منه بالطريقة الكلاسيكية (انظر
المخطط البياني) .

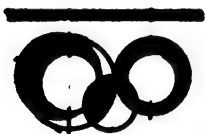
(ب) لا تجدد المواد الوقت الكافي
للتخمير . اذ قد تبين أن الشمس الذي
يقع عرضه للشمس يتخمر قبل أن
يتجفف وهكذا يقع اتلافه . لذلك فإن
استعمال المجففات على نطاق واسع
يحقق نتيجة اقتصادية هامة .

(ج) تكون المواد محمية من الحشرات
والطيور والندى المسائي والتفنن . وقد
تبين أن الاسماك المعروضة للشمس
مباشرة جلبت عددا كبيرا من النمل
والحشرات وقد أكلتها القطة في
نهاية الأمر .

وقد جففت عدة متوجات . الا أن
درجات الحرارة التي وقع التوصل اليها
بواسطة الوحدات الأخيرة كانت بنسبة
70 الى 80 درجة مائوية ويمكنها الوصول
الى 120 درجة في الصيف عند تعديل
الفتحات الجالبة للهواء بكيفية دقيقة .
لذلك فإن التين يقع تجفيفه بحرارة أقل
بكثير من التي نستعملها لتجفيف السمك
والأخطبوط .

وقد تم في المركز تجفيف عدة مواد
من بينها التين والعنب والطماطم والفلفل
الأخضر والأحمر والشمس والسمك
والأخطبوط الخ

وقد بينت طريقة المقارنة بين
التجفيف الكلاسيكي (مجرد العرض
للشمس) والتجفيف بواسطة الوحدة
أن النتائج تكون كالآتي :



جهاز شمسي بسيط لإستخراج الماء المقطر

3 - يجب أن يجعل الجهاز أفقياً
تماماً قدر المستطاع .

4 - يحتاج الزجاج إلى التنظيف
كما ينظف زجاج النوافذ مرة كل بضعة
أيام وينصح باستعمال المساحة ذات
القطعة المطاطية التي تستعمل في تنظيف
زجاج النوافذ ، مع الماء لتنظيف سطح
الزجاج جيداً .

5 - يجب أن يُبلأ الزجاج بماء
تنظيف طازج لعلو قدره 2 سم كل يوم
في الصباح الباكر ما بين الساعة إلى الثامنة
صباحاً ويجب أن يفرغ من الجهاز كل
يوم من الماء المتبقى . ثم يضاف إلى الجهاز
التنظيف الطازج مع كمية من الماء تعادل
الكمشة المقطرة من الجهاز في اليوم
السابق .

6 - من المستحسن لأن يخزن الماء
المقطر بأوعية سعتها 20 - 30 لتر

هذا وصف مبسط للجهاز بسيط
يستخدم الطاقة الشمسية لتقطير الماء صُمم
مبدئياً للاستخدام في محطات الخدمة العامة
لإنتاج الماء المقطر لسائقى السيارات .

يجب أن نلاحظ أن الماء المقطر
ضرورى جداً لصيانة البطاريات وبخاصة
في المناطق الجافة ، وهذا الجهاز يتج
تحت ظروف تشغيل طبيعة متوسطة
معدله ثلاث لترات من الماء المقطر يومياً .

كيفية اقامة وتشغيل الجهاز :

1 - اختر مكاناً يضمن وصول
أشعة الشمس المباشرة على الأقل من الساعة
الثامنة إلى الرابعة بعد الظهر .

2 - ضع الجهاز بحيث يكون طوله
على الخط المتجه من الشرق إلى الغرب .
ويجب أن يكون الزجاج الجنوبي مواجهاً
الجنوب تماماً وبقدر الامكان .

وهكذا يتبقى احتياطي من الماء المقطر للظروف الطارئة وغيرها ، وبذلك فإن الزيادة من الماء المقطر لا تذهب هدراً ، مع ملاحظة ان زجاجات التعبئة يجب أن تبقى نظيفة بقدر الامكان .

7 - في خلال موسم الأمطار يجب أن ينظف الزجاج تنظيفاً جيداً قبل العواصف المطرية ثم يجمع ماء المطر النقي ويضاف للاحتياط وبذلك يكون مصدراً مستمراً من الماء المقطر في تناول اليد .

8 - في بداية تشغيل الجهاز يجب عدم استعمال الماء المقطر الناتج عن الأيام الأولى من التشغيل خشية فساده ويجب غسل القناني التي يتجمع فيها الماء المقطر دائماً بماء نظيف طازج ثم بماء مقطر ويجب أن تكون القناني بسعة 1-2 لتر ، كما يجب أن تُسدّ بسدادات غير محكمة وذلك لمنع الفساد .

9 - من المهم جداً المحافظة على نظافة المنطقة المحيطة بالجهاز في جميع

جدول رقم (1)

القياس الأدنى لأجهزة تخزين الماء		
حجم المترل	حجم الخزان بالغالون (الأدنى)	مساحة المصاص بالقدم المربع الأدنى
بمساعدة الكهرباء :		
2-3 غرف نوم	40	20
4 أشخاص		
4 غرف نوم	60	40
5-8 أشخاص		
بدون مساعدة الكهرباء		
2 غرف نوم	40×	40
3 أشخاص		
3 غرف نوم	60×	60
4-5 أشخاص		
4 غرف نوم	80×	80
6-8 أشخاص		
× أو القياس الأكبر مباشرة		

الأوقات لضمان الحصول دائماً على ماء مقطر مرتفع الجودة .

10 - يمكن اجراء تغييرات معقولة في قائمة المواد التي اقترحنا استعمالها لتلافي الميزانية والوضع الخاص بك .

ملحوظة

للاستفهام أو طلب المساعدة يُرجى التكرم بالاتصال بالسيد لاوند بالصدوم الخاص بالأمم المتحدة وهو كالتالي :
مشروع التصنيع الغذائي
ص.ب 25 ، دمشق - سوريا

جدول رقم (2)

القيمة التقديرية للمواد لجهاز التسخين الشمسي . الخزان (اسطوانات فولاذية مقلقة للماء الساخن مع أنابيب الوصل)

30	غالون	7 ل. / أفريقية الجنوبية
40	غالون	8 ل. / أفريقية الجنوبية
60	غالون	13 ل. / أفريقية الجنوبية
80	غالون	17 ل. / أفريقية الجنوبية
100	غالون	22 ل. / أفريقية الجنوبية

السخانات الكهربائية مع مقياس تغيير الحرارة، 5 ل. / أفريقية الجنوبية / أنابيب الوصل .

الحفريات والعوازل 5 ل. / أفريقية الجنوبية . مواد لكل 20 قدم مربع من المصاص

الصينية	2 ل.
العوازل	$\frac{1}{2}$ ل.
البور	$1\frac{1}{2}$ ل.
الاطار العلوي والشبك الناعم	1 ل.
لوحة نحاسية مقاس 28 تقريباً 15 رطل	$4\frac{1}{2}$ ل.
أنابيب مقلقة	$4\frac{1}{2}$ ل.
لحام	1 ل.
منوعات (دهان ... الخ)	3 ل.

18 ل.

سخان شمسي

بواسطة إنكسار الأشعة

ترجمة : عمر الهمادي - تونس
عن نشرية للمهندس المكسيكي :
ماكسير شوفي

مقدمة

I الغرض من الجهاز :

ان هذا الجهاز ككل الاجهزة
المماثلة مهمته تجميع على محور حراري
ذی سطح صغير ، اشعة الشمس
الساقطة على مُجمَع ذی سطح كبير

II نظرية الجهاز :

يختلف هذا الجهاز على بقية الاجهزة
الاطرى اذ يعمل المجمع بانكسار اشعة
الشمس وليس بانعكاسها .
نظريته :

يتحكم في شكل المحور الحراري
الآتي :

اذا سقطت حزمة من الاشعة
المتوازية على سطح موشور متحرك ذی
زاوية متغيرة . يكون دائما في الامكان
تغيير زاوية الموشور على ان حزمة الاشعة

يضم هذا الجهاز عددا من العناصر
المتشابهة وكل عنصر هو عبارة عن تنسيق
موشور ذی زاوية متغيرة مع عدسة
اسطوانية لامة . يوضع سطح الاحراف
الملائم لكل عنصر في وضع ثابت وذلك
مهما كان وضع الشمس في السماء
مع تغيير زاوية الموشور . يوجد في مكان
كل احراق انبوب معدني . وتكون
الانابيب كلها محولا حراريا .

المنافع :

- انتاج مرتفع .
- جهاز بسيط يسمح بالقيام
بعملية قسوة اثناء اعتدال مدار الشمس
واثناء انقلابه .
- تكاليف التشغيل ، الصنع
والصيانة بخسة .

هي مماسة لوجه الاحراق المساوي بالنسبة للمسطح البصري الاسطواني حيث ان المولدات هي كذلك متوازية لمحور دوران الكاسر المسطح ، ان الاحراق هو ثابت في الفضاء مهما كان اتجاه اشعة الشمس واذا وضعنا في مكان الاحراق انبوبا معدنيا يكون محوره متوازيا مع محور دوران الكاسر المسطح ويحوى المواد التي يراد تسخينها ، يعمل هذا الانبوب عمل المحول الحرارى .

III وصف الجهاز :

يحتوى الجهاز على عدة عناصر موضوعة جنب الى جنب وموجهة نحو شرق . غرب يتركب كل عنصر من :

— نظام بصري .

— انبوب محول للدخول .

يعوض الكاسر المسطح للدخول في كل عنصر بمجموعة من الكواسر المسطحة للهواء القليل وهذا ما سنشرحه فيما بعد .

تمثل الصورة رقم 1 مقطع الجهاز بمسطح عمودى متجها من الشمال الى الجنوب وذلك لتجمل الايضاحات التالية اكثر سهولة وذلك بافترض ان الجهاز موضوع في خط العرض ٥ .

يرمز حرف (A) الى النوافذ المكونة من زجاج وبعض المواد الاخرى الشفافة

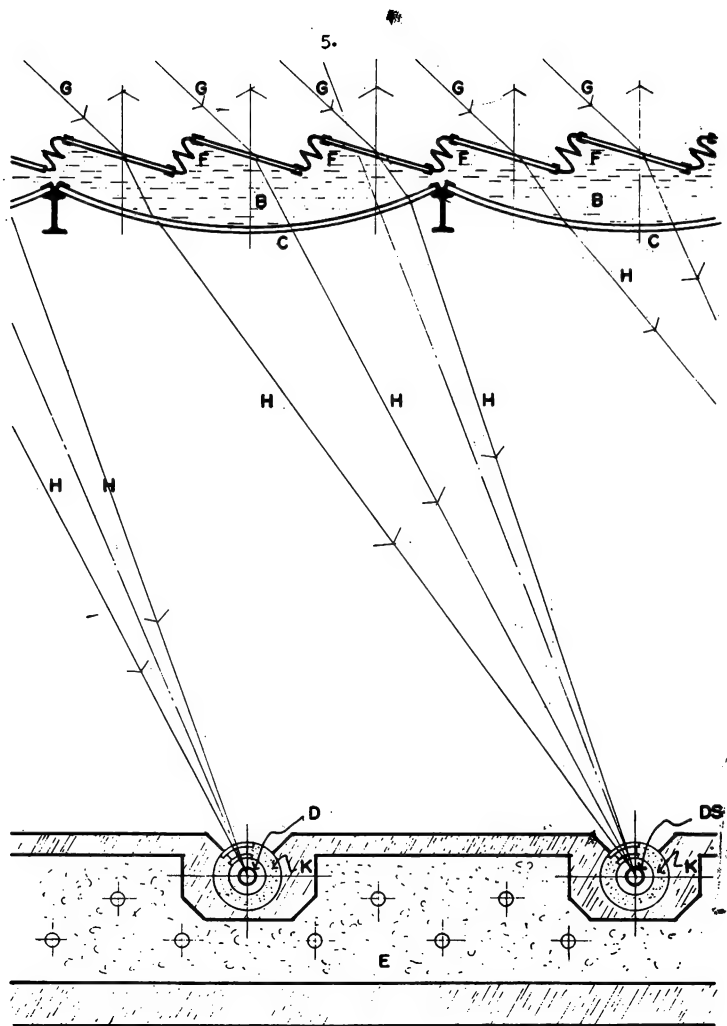
المنكسرة بواجهة الدخول تبقى متوازية للمسطح الثاني او سطح الخروج المحتمل ثباته في الفضاء .

في الواقع ان اتجاه الاشعة المنكسرة ينحصر لعاملين اثنين لاستنباط ليس فقط اتجاه الاشعة الداخلة ولكن ايضا بزاوية الموشور . هذا ويمكن اعطاء اتجاه للاشعة الداخلة يمكننا حينئذ تبديل اتجاه الاشعة المنكسرة بتغيير زاوية الموشور يجعل الاشعة المنكسرة متوازية لمسطح معروف معناه وضع شروط المعادلة التي تحدد قيمة زاوية الموشور وتكون تلك الزاوية مرتبطة بميلين فقط اللذان يحددان اتجاه الاشعة الداخلة .

وعندما نعوض كاسر الخروج المسطح الثابت بكاسر اسطواني (لام) كذلك ثابت . الذي تكون مولداته متوازية بالنسبة لمحور دوران السطح المتحرك للدخول ويمكن حينئذ اختيار المسطح الثابت الذي كنا نتحدث عنه بحيث يمر بمحور الكاسر الاسطواني المحتمل الآن من انحنائه الثابت

le moment de courbure constante
تسمى « مسطح بصري » هذا المسطح ،
و « نظام بصري » جميع الكواسر المتحركة المسطحة للدخول الكاسر الاسطواني الثابت للدخول .

ان الاشعة الخارجة من النظام البصري



لا يطابق بالضبط مع الانبوب وهذا
ما سنشرحه فيما بعد .

IV طريقة تشغيل الجهاز :

يشغل الجهاز بثلاثة طرق وذلك
حسب فصول السنة .

(1) يمر المسطح البصري لكل عنصر
بمحور انبوب المحول المناسب وبصير
بالفعل المسطح العمودي لتوازن العنصر
وتصبح كذلك الاغلفة K في وضعها
المركزي وهذا اثناء الاعتدال .

(2) اثناء اعتدال الصيف .
نجعل المسطح البصري لكل عنصر
يمر بمحور انبوب العنصر الموجود جنوبا
وذلك بعد دوران الاغلفة الى زاوية
ملائمة . (انظر الرسم رقم - 1 -) .
(3) عند انقلاب مدار الشمس في
للشتاء .

نأخذ كل الاجراءات المضادة
(انظر الصورة رقم - 2 - الميمنة)
فهى تظهر الاوضاع الثلاثة للاغلفة K
- الصورة اليسرى تناسب انقلاب مدار
الشمس في فصل للشتاء .
- الصورة الوسطى تناسب الاعتدال .
- الصورة اليمنى تناسب انقلاب مدار
الشمس في فصل الصيف .

يفترض ان يكون المشاهد ينظر الى
الشرق . .

الموضوعة على ابطارات متحركة حول
محاور اتقية هي معادلة لكاسر الدخول
المسطح .

B : سائل كاسر للاشعة .

C : صفيحة اسطوانية من مواد شفافة
تكون كاسر الخروج .

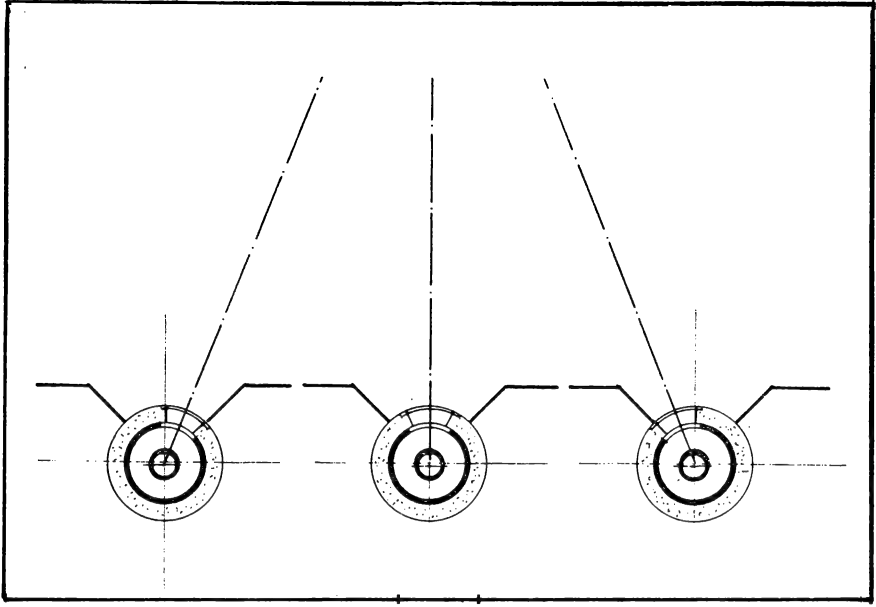
D : انبوب المحول الملائم للعناصر المعينة
هو انبوب المحول للعنصر الموجود
جنوبا .

E بطارية الحرارة :

ان مسافة للنوافذ هي مضمونة
بوصلات متغيرة F من المطاط او كل
المواد الاخرى الصالحة .

G و H تمثل رسومات للاشعة الداخلة
والخارجة . (اذا كانت اشعة الدخول
نحو الامام تكون اشعة الخروج نحو
الخلف والعكس بالعكس) .

تكون حرارة انبوب المحول محفوظة
بواسطة عازل اسطواني K ذي حز يمتد
على كامل طوله وذلك حتى نمكن الاشعة
الحرارية بالمرور ، ، يشتمل الحز على
جانين شفافين مع حشية من الهواء من
شأنه ان ينقص من ضياع الحرارة . ان
العازل الذى مسطحه الداخلى عاكس
لا يمس الانبوب ويترك ايضا تحشية من
الهواء كما يمكنه ان يدور حول محور



الصورة الاولى يستحب تعويض الكاسر
المسطح بمجموعة كواسر مسطحة ذات
السطوح الصغيرة وذلك للعوامل التالية .
— ان الكواسر الاخيرة رخيصة الثمن .

— انها سهلة التركيب ويمكن القيام
بتسويتها فرديا ويكون ذلك اكثر سهولة
بالنسبة لكاسر واحد كبير .

— يمكن من الانخفاض الادني من
معدك السائل . وذلك يكون انجع
بالسنة لجميع النواحي .

— يمكن فحصها واحدة واحدة
وذلك من شأنه ان يسمح لنا وضع جزء
الاحراق المناسب في المكان الملائم له .

يكون دوران النوافذ موجه ببرنامج
وذلك بواسطة مفترق او بكل وسيلة
اخرى اتوماتيكية . ويمكن ان تدار
الاغلفة K باليد .

وصف اهم الخصائص الانشائية للجهاز :

يبرز الجهاز عدة خاصيات انشائية
من المهم ان نتعرض اليها .

1) النوافذ :

تفترض النظرية المطروحة في الفقرة
الثانية كاسرا مسطحا واحدا لكل كاسر
اسطواني لكن في الواقع وكما ظهر في

(2) الكاسر الاسطواني :

يمكن ان يستنبط من صفيحة او حتى من ورقة عادية من مادة للبلاستيك التي من الممكن ان تكون صورته مستنتجة من الحوامل ذاتها . ويكون من السهل اعطائه منحنى متغير وتخفيض حجم الاحراق .

(3) المحول الحرارى :

هناك فائدة محققة عند استعمال انابيب ضعيفة الاقطار قدر الامكان بالنسبة الى عرض العناصر ولكن يكون للاحراق احجام معينة من ناحية اخرى . ولهذا كله يجب ان تكون لك غلفة الاسطوانية الحافظة للحرارة اقطار داخلية كبيرة لالتقاط الاشعة التي لا تمس الانبوب ولهذا ايضا يجب الا يكون الغلاف وانبويه متحدى المحور .

طريقة التشغيل حسب الطرق الثلاثة :

تثبت الحالات التالية انه اذا كانت الاشعة الداخلة تدور حول زاوية ما ، يجب ان يدور الكاسر المسطح في اتجاه معاكس وذلك حتى تبقى الاشعة المنكسرة في مسطح بصري ، ترتفع زاوية السقوط بسرعة اكثر من انحناء الاشعة الداخلة بالنسبة للخط العمودي . ولكن غير مفيد اذ أن الطاقة الحاصلة

تتغير مثل جيب التمام (\cosinus) لزاوية السقوط . ويثبت من جراء التشغيل حسب الطرق الثلاثة . ان قيمة زاوية السقوط تبقى ضعيفة طيلة السنة وخاصة اثناء الساعات النافعة (اى التي تكون فيها الانتاجية مرتفعة) اى عند منتصف النهار .

تركيز الجهاز في جهة اخرى غير ذلك الاستواء .

يجب اذا انحناء الطاقم بالنسبة للخط العمودي لزاوية تساوى خط عرض المكان مع تدرج العناصر عند الاقتضاء .

VI منافع الجهاز :

ان اغلب القطع التي تدخل في تكوين هذا الجهاز هي من صنع عادى وباسعار بخسة . كما انه يمكن انجاز سخانات باى قوة او حجم كان وذلك من عدة عناصر متشابهة ، كما يمكن ايضا صنع القطع الخاصة بالحملة . لا يستوجب التركيب او التعديل اى تعقيد وتمثل الصيانة خاصة التنظيف الدوري للكاسر والمسطحات خصوصا . وكما قيل سابقا ان التشغيل حسب الطرق الثلاثة تعطى انتاجا مرتفعا للطاقة .

ويسمح الشكل الملائم للمحول بتسخين السوائل في وسط ذي ضغط عالى

يقدم
المؤسسة العامة للصحافة
بالجمهورية العربية الليبية
أنا نقدم لفرائح بالجمهورية التونسية

الفصحى الجديدة

مجلة
أراذلك

الأسبوع الثقافي

مجلة
البيت

مجلة
الوحدة

متمهد التوزيع
بالجمهورية التونسية

مؤسسة بن جدر الله

تونس العاصمة

لر ٤٥٤٤٤٤

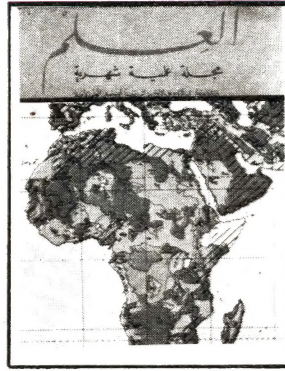
دور

اقرأ في العدد القادم

- ١- الفرق بين أنثراكس السكاكر الطبيعية والسكر الأبيض على نخر الأسنان.
- ٢- مكانة العلم في الإسلام.
- ٣- العرب واكتشاف أمريكا واستيطان الخرائط.
- ٤- وكلوا واشربوا ولا تسرفوا.



الثورة الموسيقية



تقنية الإعلام الجيولوجي
في علم المعادن



في علم الاحاث



التنقيب عن المواد الذرية